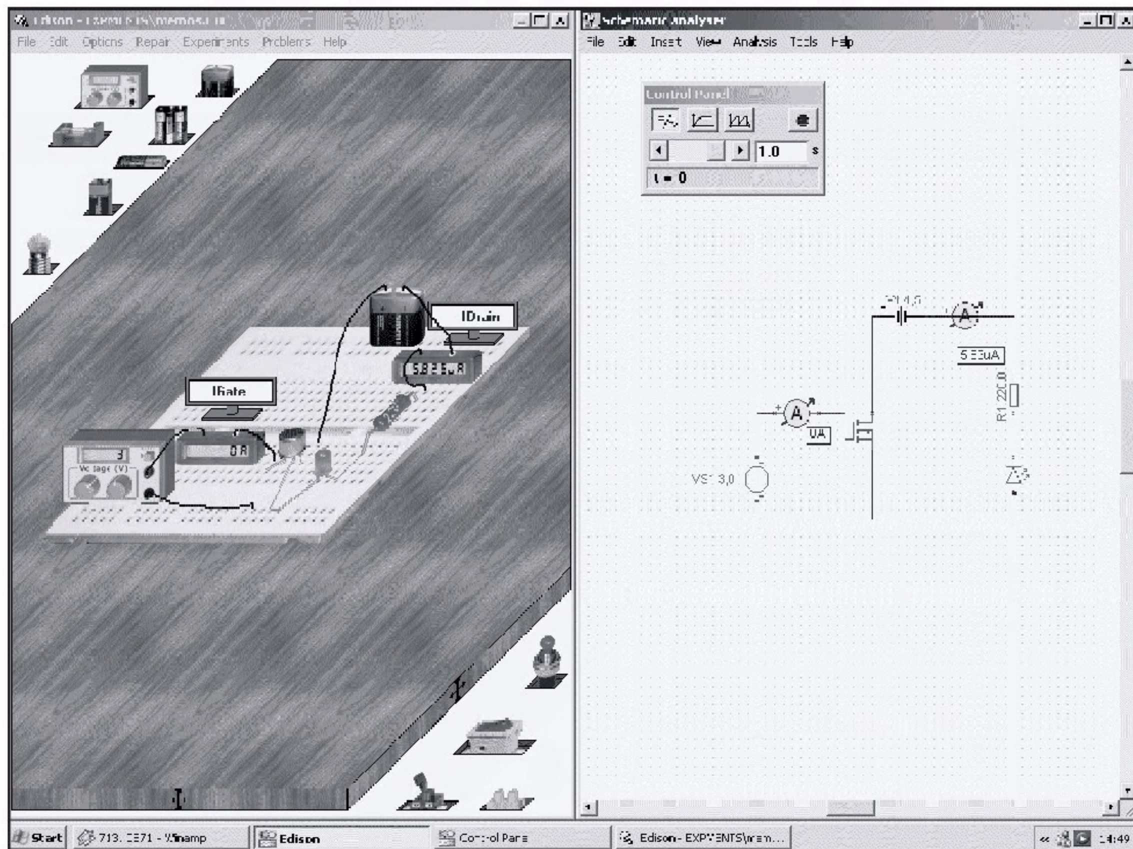
EDISON

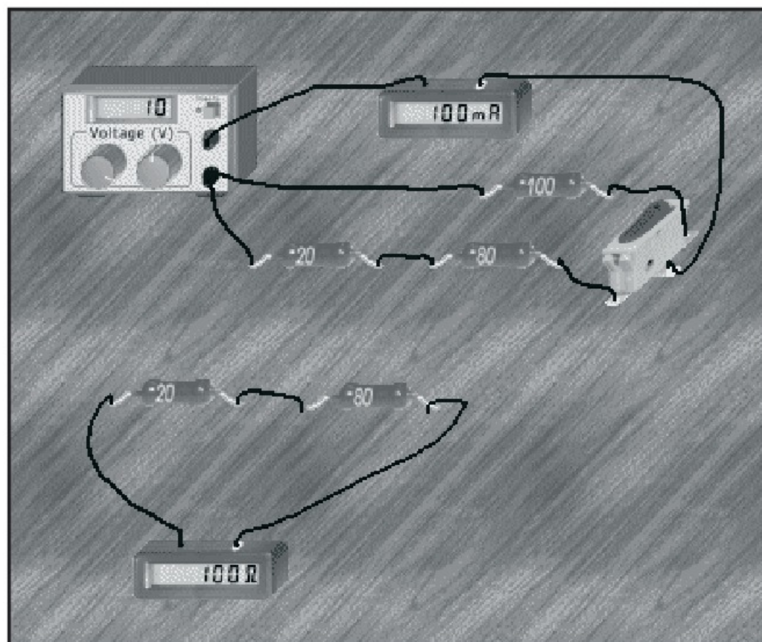


Kennismaken met - Nummer 26
Elektronica simulatie software
Edison4 van DesignSoft

Vego

DesignSoft software is **uit voorraad leverbaar** door
Vego VOF, Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf (NL)
Tel: 045-533.22.00, e-mail: vego_vof@compuserve.com
Internet: www.elektronicasoftware.nl

Kennismaking



Figuur 1: Eenvoudige schema's kunt u snel en overzichtelijk op uw virtuele werktafel samenstellen.

Spelenderwijs elektrische en elektronische schakelingen opbouwen

Edison4 is een 3D-omgeving, waarin u spelenderwijs elektronica schakelingen opbouwt, simuleert, test en meet. Edison4 is een uniek hulpmiddel waarmee u al experimenterend de basisprincipes van de elektriciteitsleer en de elektronica leert. Het programma bevat tientallen driedimensionele realistische afbeeldingen van elektrische en elektronische componenten, die u met de muis naar uw virtuele werktafel of virtueel breadboard sleept en met elkaar verbindt. Nadien kunt u meetapparatuur toevoegen en uw schakeling in real time uittesten en meten.

Automatisch schema tekenen

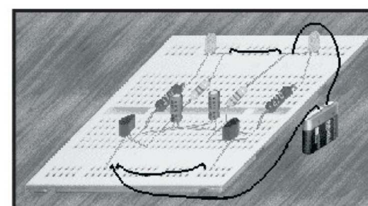
Een unieke eigenschap van Edison4 is dat de software automatisch het schema van uw schakeling tekent! In het linker venster maakt u uw schakeling met realistische componenten, in het rechter venster ziet u onmiddellijk hoe het schema van uw schakeling er uit ziet!

Eenvoudige schema's op uw virtuele werktafel

Eenvoudige schema's, zoals de wet van Ohm demonstratie uit figuur 1, bouwt u met Edison4 snel op uw virtuele werktafel door de onderdelen met de muis uit de voorraad naar de werktafel te slepen. Nadien voegt u de voeding en een paar meters toe. Tot slot legt u met de muis de bedrading tussen de onderdelen. De meters geven onmiddellijk de juiste meetwaarden in de schakeling aan. In dit voorbeeld wordt de totale weerstand van een serieschakeling gemeten en de stroom die een spanning van 10 V door een weerstand van 100 Ω stuurt. De uitgangsspanning van de voeding is uiteraard in te stellen door met de muis links en recht op de knoppen te klikken.

Schema's op virtueel breadboard

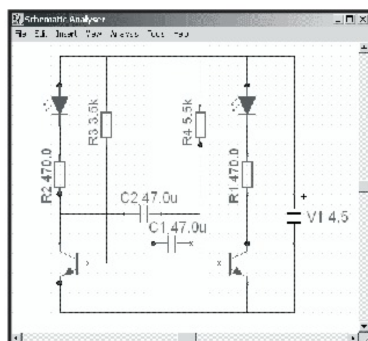
Voor ingewikkelder schema's kunt u gebruik maken van het in Edison4 aanwezige virtueel breadboard, zie figuur 2. U sleept de onderdelen uit de voorraad naar het breadboard, u ziet de aansluitdraden van de componenten van gaatje naar gaatje springen. Met één klik van de muis fixeert u de onderdelen op de plaats waar u ze wilt hebben. Nadien kunt u de aansluitdraden met de muis verplaatsen naar andere gaatjes in het breadboard als u dat beter uitkomt.



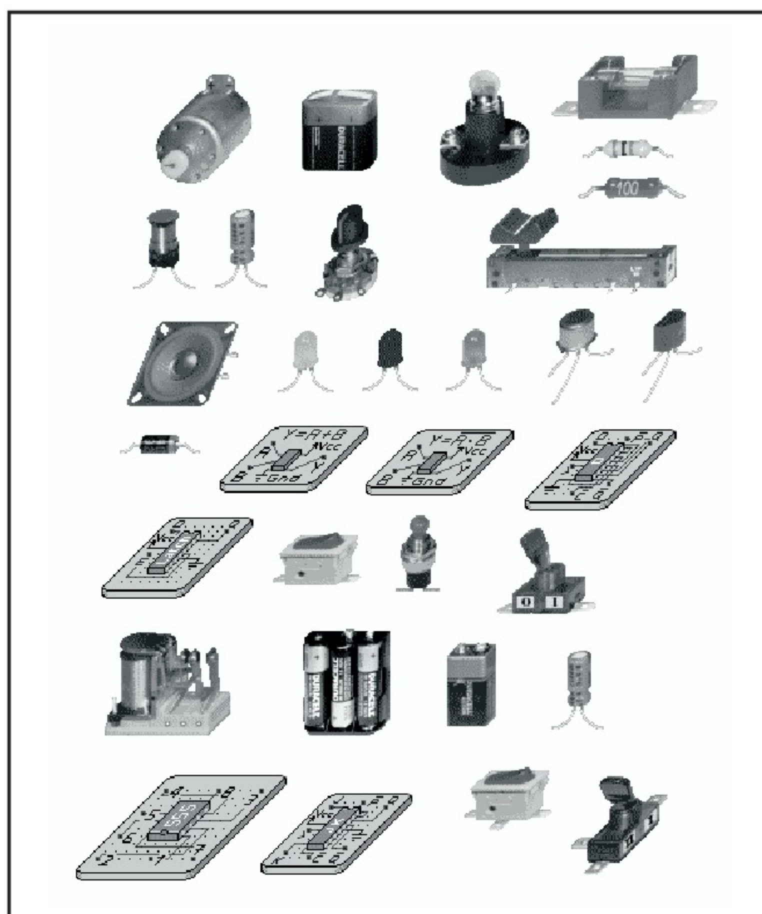
Figuur 2: De dagelijkse ontwerppraktijk perfect nagebootst: dank zij het virtuele breadboard stelt u uw schakelingen realistisch samen.

De automatische "Schematic Analyser"

Edison4 biedt als unieke extra functie de automatische "Schematic Analyser" van figuur 3. Terwijl u op uw virtuele werktafel of breadboard uw schakeling driedimensionaal opbouwt, stelt de "Schematic Analyser" volledig automatisch het schema van uw schakeling samen. Uiteraard kunt u dit schema nadien editten, waarbij rubber banding wordt toegepast. Als u een onderdeel verplaatst, worden de verbindingen van dit onderdeel met de rest van de schakeling automatisch herstelt. Via het menu "Analysis" kunt u uw schakeling op alle mogelijke manieren uittesten en de meetresultaten onder de vorm van grafieken op uw scherm zetten.



Figuur 3: In het venster van de "Schematic Analyser" ziet u het schema van uw schakeling onderdeel na onderdeel groeien.



Figuur 4: De beschikbare onderdelen hebben een fotorealistische weergave.

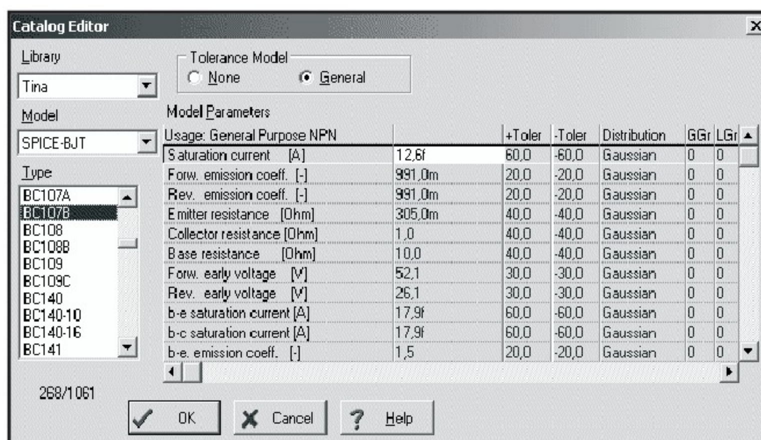
De aanwezige onderdelen

Edison4 bevat standaard elektronische onderdelen, zie figuur 4, waarmee u iedere analoge of digitale schakeling kunt samenstellen:

- enkelvoudige schakelaar;
- omschakelaar;
- drukknop;
- relais met omschakelcontact;
- motor;
- diverse batterijen;
- vaste weerstand;
- draaipotentiometer;
- schuifpotentiometer;
- condensator;
- spoel;
- luidspreker;
- diode;
- LED, rood, groen en geel;
- gloeilampje;
- zekering;
- bipolaire NPN en PNP transistor;
- MOSFET N- en P-type;
- operationele versterker 741;
- timer 555;
- logische poorten AND, OR, NAND, NOR, NOT, XOR;
- flip-flop's van het type D, JK en latch.

Opmerkelijk is dat de vormgeving van de IC's automatisch verandert als u het breadboard inschakelt. De platte voorstelling van figuur 4, ideaal voor ontwerpen op uw virtuele werktafel, verandert dan in een écht DIL-IC. Alle onderdelen werken als hun "echte" soortgenoten:

- u kunt schakelaars en potentiometers met de muis bedienen;
- als er stroom door een lampje of een LED vloeit gaat dit onderdeel licht uitstralen;
- als er te veel stroom door een zekering vloeit gaat dit onderdeel defect;
- de luidspreker geeft via uw geluidskaart geluid;
- als er stroom door de relaisspoel vloeit ziet u het contact schakelen.



Figuur 6: Het instellen van de parameters van een transistor in de "Schematic Editor".

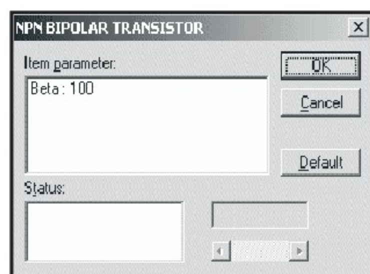
Parameters van onderdelen instellen

Edison4 biedt twee mogelijkheden voor het instellen van de parameters van de componenten.

Als u in uw virtuele werktafel of virtueel breadboard op een onderdeel dubbelklikt, kunt u de basiseigenschappen van de onderdelen instellen, zie figuur 5, zoals:

- stroomversterking van transistoren;
- waarde en tolerantie van weerstanden, etc.;
- spoelspanning van relais;
- spanning van batterijen.

Deze optie is duidelijk bedoeld voor "beginnelingen", die nog niet veel van elektronica afweten. Zij worden niet in verwarring gebracht door allerlei ingewikkelde parameters.



Figuur 5: Het instellen van de basiseigenschappen van de onderdelen.

Dubbelklikt u echter in de "Schematic Editor" (zie later) op hetzelfde onderdeel, dan kunt u vrijwel alle parameters van het SPICE-model instellen, zie figuur 6, zoals:

- temperatuurscoëfficiënten;
- inwendige weerstanden;
- grensfrequenties;
- contactweerstanden;
- vertragingen.

Het is duidelijk dat deze optie alleen geschikt is voor geoefende elektronici, als u nog niet veel van elektronica afweet zullen zelfs de namen van de meeste parameters u immers (nog) niets zeggen.

Toleranties instellen

Op alle specificaties van een elektronisch onderdeel zitten er in het "echte" leven afwijkingen of toleranties. Als u de stroomversterking van één specifieke transistor meet als 456, dan zult u vaststellen dat vrijwel alle andere exemplaren van dit type een andere stroomversterking hebben.

Interessant is dat u in het venster van figuur 6 ook dit kunt simuleren door het instellen van een "Tolerantiemodel". Als u deze optie aanvinkt kunt u van iedere parameter niet alleen de gewenste waarde instellen, maar ook de maximale positieve en negatieve afwijking die op die waarde kan zitten. Bovendien kunt u kiezen tussen een "Uniforme" of een "Gaussiaanse" distributie van de afwijking. Als u dan vijf identieke transistoren naar uw werkblad sleept zullen deze alle vijf iets afwijkende specificaties hebben.

Defecte onderdelen invoeren

Een interessante optie van Edison4 is dat u onderdelen defect kunt maken. In het venster van figuur 6 staat de parameter "Fault". U kunt hier bij een transistor selecteren tussen:

- None;

– RB Open;
– RC Open;
– BE Short;
– BC Short;
– CE Short.

Bij weerstanden en dergelijke onderdelen staan de opties "Open" en "Short" ter beschikking.

Dit is natuurlijk een zeer interessante optie voor het onderwijs. De docent kan een schema invoeren en een of meerdere onderdelen op een specifieke manier defect maken. Nadien is het aan de studenten om door middel van metingen te achterhalen waar het foute onderdeel zit.

De aanwezige meetapparatuur

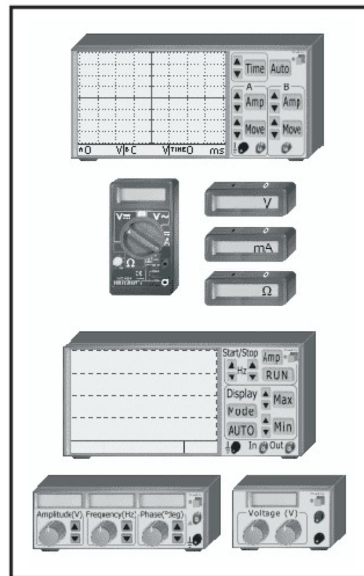
Edison4 bevat de volgende meetapparaten, zie figuur 7:

– digitale meter voor spanning;
– digitale meter voor stroom;
– digitale meter voor weerstand;
– digitale universeelmeter;
– gelijkspanningsvoeding;
– tweekanaals oscilloscoop;
– frequentie-analyser;
– functiegenerator.

De knoppen kunt u bedienen met de muis, de meetresultaten verschijnen onmiddellijk in de display's.

De meetapparatuur instellen

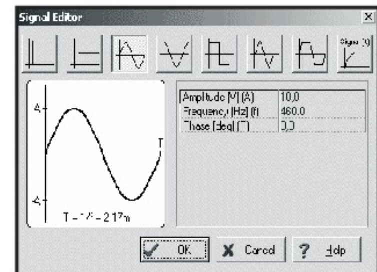
Net zoals bij de onderdelen kunt u, door op een meetinstrument te dubbelklikken, de instellingen van het apparaat wijzigen. Ook hier wordt rekening gehouden met



Figuur 7: Edison4 bevat een volledig meetinstrumentarium.

"starters" en "gevorderden". Door het dubbelklikken in het venster van het virtueel werkblad kunt u alleen de basisinstellingen van het meetapparaat wijzigen. Doet u hetzelfde in het venster van de "Schematic Editor", dan kunt u de eigenschappen van het instrument heel gedetailleerd instellen. Als voorbeeld hebben wij in figuur 8 het instellingenvenster van de functiegenerator weergegegeven. In dit voorbeeld hebben wij gekozen voor een sinusuitgang en dan kunt u de amplitude, frequentie en fase instellen. Kiest u echter voor "General", het voorlaatste symbooltje, dan kunt u van deze puls alle specificaties instellen:

– stijgtijd;
– daaltijd;
– positieve pulsbreedte;
– negatieve pulsbreedte;



Figuur 8: Het instellen van de uitgangsspanning van de functiegenerator.

– positieve amplitude;
– negatieve amplitude.

De laatste selectie "User Defined" geeft u de mogelijkheid een "Signal= f(t)" formule in te voeren die de variatie van de uitgangsspanning in functie van de tijd beschrijft.

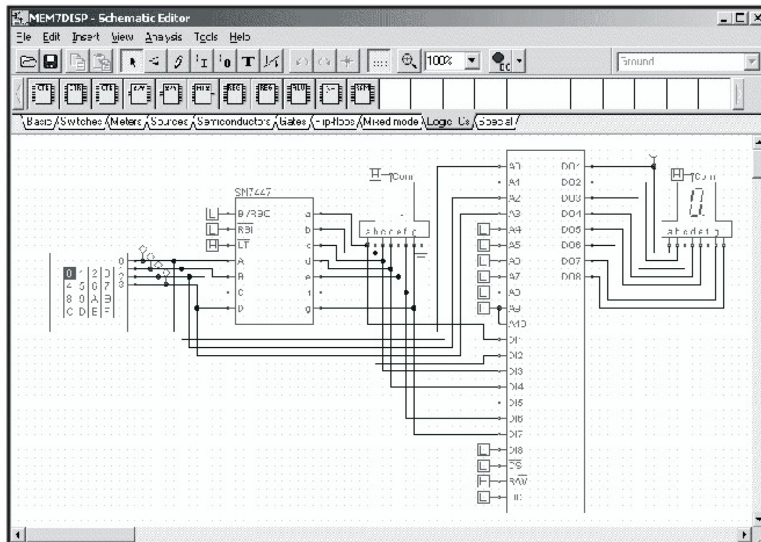
De "Schematic Editor"

Edison4 biedt de gevorderde elektronicus de "Schematic Editor". Deze editor, voorgesteld in figuur 9, heeft tien onderdelenbibliotheken met in totaal 115 analoge en digitale basisonderdelen. Wij noemen dit "basisonderdelen", omdat bij de meeste onderdelen sub-onderdelen ter beschikking staan. Zo kunt u bij de digitale IC's kiezen tussen de TTL, LS, HC, HCT, S, AS en ALS versies. Bij het basisonderdeel "NPN Bipolar Transistor" kunt u uit niet minder dan 1.061 typenummers kiezen!

Het zal wel duidelijk zijn: met de "Schematic Editor" tekent, evalueert en test u uw ingewikkelder schema's.

Analyses

Uiteraard beschikt Edison4 over een hele reeks analysewerktuigen die u op uw sche-



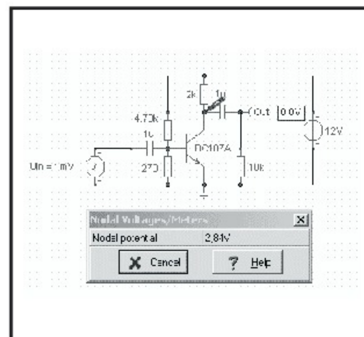
Figuur 9: Met de "Schematic Editor" kan de gevorderde elektronicus ingewikkelde schema's tekenen, testen en evalueren.

ma's kunt loslaten. Ook hier geldt dat er analyses ter beschikking staan aan de "starter" en er analyses zijn voor de "gevorderden". Een "starter" zal bijvoorbeeld niet veel hebben aan een Bode-plot, omdat een dergelijk begrip nietszeggend is.

De DC Analyses

Edison4 heeft drie gelijkspanningsanalyses, die u op uw schakeling kunt toepassen:

- DC node spanning:
  Uw cursor wordt, zie figuur 10, een meetpen waarmee u de gelijkspanning op alle "nodes" van uw schema kunt meten.
- DC transfer karakteristiek:
  Geeft het verloop van de gelijkspanning op de uitgang in functie van de gelijkspanning op de ingang.
- Temperatuur analyse:
  Geeft de gelijkspanning op de uitgang in functie van de omgevingstemperatuur.



Figuur 10: De meest eenvoudige analyse is deze "DC Node Voltage", waarmee u de gelijkspanning op alle punten van uw schema kunt meten.

De AC Analyses

Edison4 heeft vier wisselspanningsanalyses, die u op uw schakeling kunt toepassen:

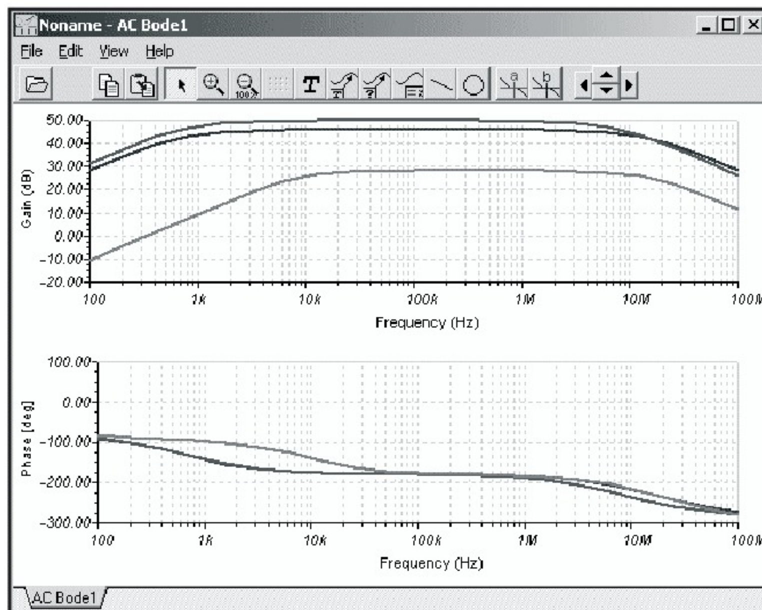
- AC node spanning:
  Uw cursor wordt een meetpen, waarmee u de signaalspanning op alle "nodes" van uw schema kunt meten.
- AC transfer karakteristiek:
  Geeft de amplitude, fase, Bode, Nyquist en groepvertraging karakteristieken tussen een start- en een eindfrequentie.
- AC time functie:
  Geeft het verloop van de signaalspanningen op diverse punten in functie van de tijd.
- AC transiënt analyse:
  Geeft het verloop van de uitgangsspanning in functie van de tijd als respons op een pulsspanning aan de ingang.

In figuur 11 hebben wij als voorbeeld het Bode-diagram van een tweetraps transistorversterker opgemeten. Deze grafiek geeft de versterking (in dB) en het faseverloop weer van de uitgangsspanning van de schakeling in functie van de frequentie van het ingangssignaal. In dit voorbeeld meten wij de spanningen op drie punten (dit kunt u in het schema heel gemakkelijk aangeven) en er worden dan ook drie grafieken in verschillende kleuren getekend.

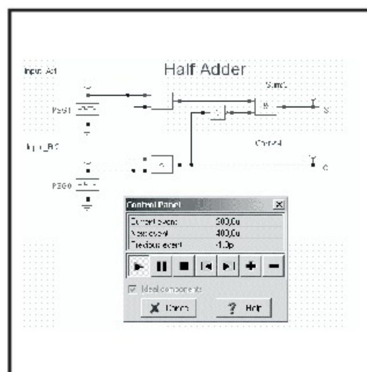
De digitale step-by-step analyse

Edison4 heeft een zeer handig hulpmiddel, waarmee u het signaalverloop in digitale schakelingen stap na stap kunt volgen. Met de step-by-step analyse ziet u welke punten van uw digitale schakeling "L" of "H" zijn na iedere tijdstap. U kunt alle stappen van een cyclus automa-

 Vego VOF, Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf (NL)



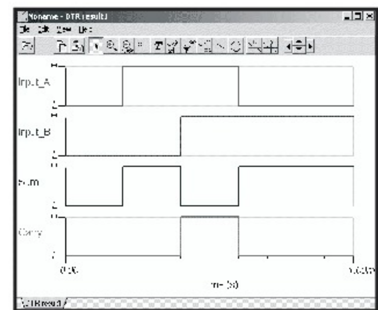
Figuur 11: Dit zogenaamde Bode-diagram geeft het amplitude- en faseverloop van de uitgangsspanning van een analoge schakeling in functie van de frequentie van het ingangssignaal.



Figuur 12: Met de digitale step-by-step analyse kunt u het signaalverloop in digitale schakelingen volgen.

tisch "afspelen" of handmatig alle stappen van de cyclus doorlopen. "L" wordt weergegeven door blauwe vierkantjes, "H" door rode. In figuur 12 hebben wij even snel in de "Schematic Editor" een half adder getekend en er deze analyse op toegepast.

De digitale timing analyse
Edison4 heeft uiteraard een meerkanaals logische analyser, waarmee u het onderlinge signaalverloop in uw digitale schakelingen kunt analyseren. U zet in de "Schematic Editor" op de gewenste punten een "Voltage Pin", definieert of dit punt een in- of een uitgang is en wijst er een naam aan toe. Via het menu "Analysis" en de optie "Digital Timing Analysis" krijgt u het plaatje van figuur 13 op uw scherm. Uniek is dat u kunt kiezen voor "ideale" of "niet-ideale" componenten. In het laatste geval wordt rekening gehouden met de vertragingen die u bij het configureren van de onderdelen heeft ingesteld. Op deze manier worden vervelende "spikes" goed zichtbaar.



Figuur 13: Met de digitale timing analyse kunt u de waarheidstabel van een digitale schakeling onder de vorm van een grafiek weergeven.

Macro's opnemen en afspelen
Een voor het onderwijs zeer nuttige functie van Edison4 is dat u alle handelingen die u in het programma uitvoert kunt opnemen in een macro. Deze macro kunt u nadien weer afspelen en verschijnt als een soort videofilmpje op het scherm. Een zeer interessante optie om saaie elektriciteitslessen wat dynamischer te maken!

Conclusie
Edison4 is een zeer innovatief programma dat zowel voor het technisch onderwijs, voor de beginnende hobbyist maar ook voor de gevorderde elektronicus heel wat experimenteerplezier in petto heeft!

Installatie

Systeemeisen
Edison4 stelt minimale eisen aan uw PC:
- Pentium III 500 MHz processor;

- 64 MB RAM;
- 100 MB harde schijf ruimte;
- Windows 98 of hoger;
- 24 bit grafische kaart;
- SoundBlaster compatibele geluidskaart;
- een vrije USB-poort voor de meegeleverde hardware anti-kopieer stick.

Anti-kopieer beveiliging
Edison4 is voorzien van een kopieerbeveiliging onder de vorm van een "Sparkey Dongle". Dit kleine apparaatje, zie figuur 14, moet u tijdens de installatie van het programma op een bepaald moment in een vrije USB-poort pluggen. De installatieroutine schrijft een unieke code in het geheugen van de dongle en neemt deze code ook op in het programma. Het resultaat zal duidelijk zijn. Als u de specifieke dongle niet in uw PC heeft geplugd kunt u het programma niet opstarten, zie figuur 15. Zorg er bovendien voor dat u de dongle steeds in dezelfde USB-connector plugt, anders gaat het ook mis.

Installatie
De CD-ROM is zelfstartend en na het gebruikelijke wel-



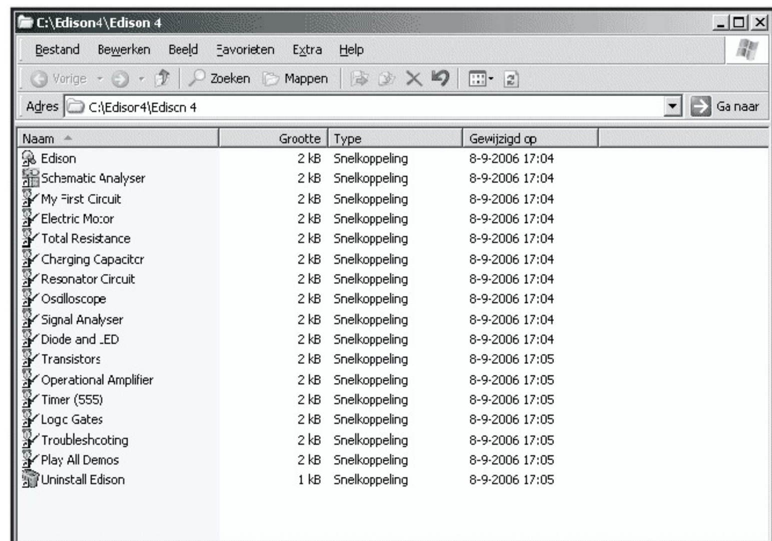
Figuur 14: Met deze kleine USB-dongle wordt het programma beveiligd tegen kopiëren.



Figuur 15: Met dit venstertje maakt Edison4 haar ongenoegen duidelijk als de specifieke USB-dongle niet in uw PC wordt aangetroffen.



Figuur 16: Het selecteren van de programma directory.



Figuur 17: Via dit venster kunt u een van de vele demonstraties opstarten, in feite macro's van eenvoudige experimentjes.

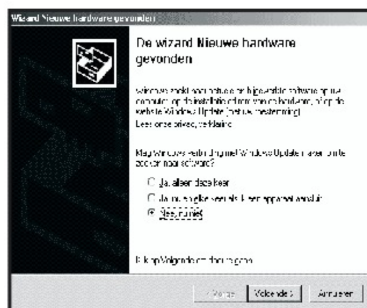
komscherm komt u terecht in het venster van figuur 16, waarin u de directory moet specificeren waarin u het programma wilt installeren. Na selectie van de programmafolder worden alle bestanden naar uw harde schijf gekopieerd. Vervolgens verschijnt automatisch het venster van figuur 17 op uw monitor, waarin alle met het programma meegeleverde macro's staan samengevat. Als u op een van deze macro's klikt, start Edison4 op, maar stelt vast dat er geen dongle aanwezig is en geeft het foutvenstertje van figuur 15 weer.

De beveiliging installeren
Plug eerst nu de USB-dongle in een vrije USB-poort. U krijgt nu de bekende Windows-melding "Nieuwe hardware gevonden", zie figuur 18. In het venster van figuur 19 klikt u de optie "Nee, nu niet" aan. Tot slot kiest u in het volgende venster "De software automatisch installeren". Na "Volgende" wordt de USB-driver van de

CD-ROM geladen en geïnstalleerd. In de USB-dongle gaat nu een LED'je branden, hét teken dat alles naar wens is verlopen. Klik nu in het venstertje van figuur 15 op "OK", het programma wordt afgesloten. Bij het heropstarten is Edison4 klaar voor gebruik.



Figuur 18: Windows heeft de aanwezigheid van de USB-dongle opgemerkt.

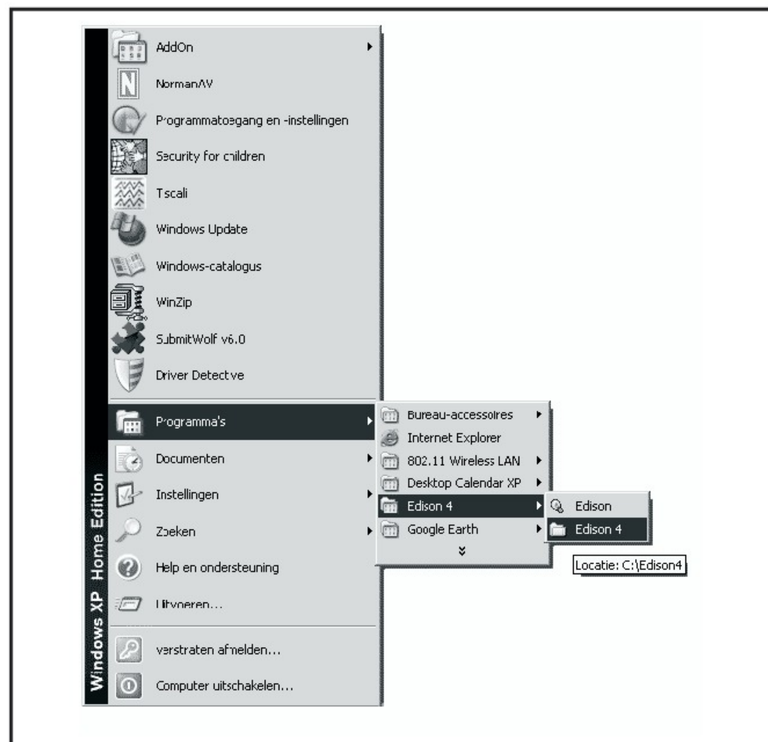


Figuur 19: Via dit venster wordt de installatie van de USB-driver voor de dongle ingeleid.

De macro's afspelen

Opstarten

Ga naar "Menu" in de taakbalk, selecteer "Programma's" en dan "Edison4". Dubbelklik op "Edison4", zie figuur 20. U krijgt nu weer het venster van figuur 17 in beeld. Via dit venster krijgt u toegang tot de twee programma's van het pakket, namelijk "Edison" en "Sche-



Figuur 20: Op deze manier start u de twee programma's of de macro's op.

matic Analyser". Verder kunt u via de optie "Uninstall Edison" het programma van uw harde schijf verwijderen.
De overige selecties zijn allemaal macro's, die u nu kunt opstarten om aan de hand van de filmpjes enig inzicht te krijgen in de werking van het programma.



Figuur 21: Handig, twee snelkoppelingen op uw bureaublad naar de twee programma's van Edison4.

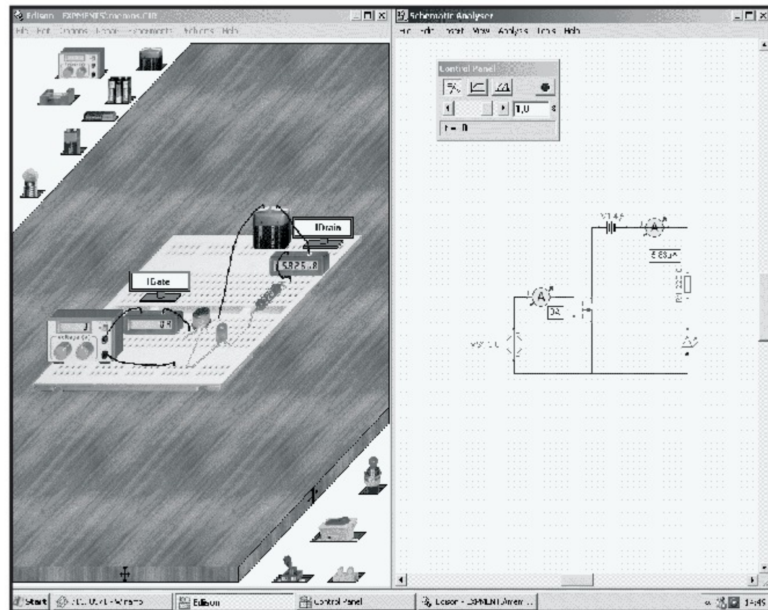
Snelkoppelingen maken

Natuurlijk kunt u vanuit het venster van figuur 17 snelkoppelingen naar uw bureaublad maken voor "Edison" en "Schematic Analyser" zodat u de programma's sneller kunt opstarten. Klik met de rechter muisknop op het pictogram van "Edison" en selecteer de optie "Snelkoppeling maken". In het venster verschijnt een kopie van het pictogram met de naam "Edison (2)". Sleep dit met ingedrukte linker muisknop naar uw bureaublad. Op deze manier kunt u, zie figuur 21, de twee programma's vanaf uw bureaublad snel opstarten.

De macro's afspelen

Het afspelen van de macro's is de beste methode om snel met het programma ver-

trouwd te raken. Als u een van de macro's uit het venster van figuur 17 selecteert ziet u het werkvenster (zie figuur 22) van Edison4 op uw monitor verschijnen. In dit voorbeeld hebben wij de macro "Transistors" geopend. Dit filmpje geeft een uitstekende demonstratie van de basiseigenschappen van zowel bipolaire transistoren als FET's. U leert hoe deze onderdelen als versterker werken en ziet de invloed van de stroomversterkingsfactor. U ervaart meteen ook het verschil in werking tussen een bipolaire transistor en een FET. U leert bovendien hoe u meetinstrumenten aan uw schakeling kunt toevoegen en hoe u deze instrumenten instelt en aan het werk zet.



Figuur 22: Aan de hand van de macro's leert u hoe het programma werkt en hoe u met de meetapparatuur moet omgaan.

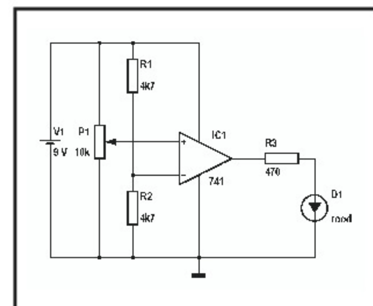
Specificaties

- taal: Engels
- handleiding: 54 pagina's Engels
- medium: CD-ROM
- anti-kopieer beveiliging: USB-stick
- voorbeelden: 20 schema's, 15 breadboard opstellingen

Snel aan de slag

Een eenvoudig voorbeeldje

Na het bekijken van de macro's heeft u ongetwijfeld al enig inzicht gekregen in de manier waarop Edison4 werkt. We gaan nu echter zélf aan de slag met een heel eenvoudig voorbeeldje. In figuur 23 is een operationele versterker getekend, geschakeld als comparator. De inverterende ingang wordt ingesteld op de helft van de voedingsspanning door middel van de spanningsdeler R1-R2, de niet-inverterende ingang is verbonden met de loper van een potentiometer P1. Met dit onderdeel kunt u de spanning op de "+" variëren tussen 0 V en 9 V, de voedingsspanning. Om de spanning op de uitgang van de op-amp te registreren gebruiken wij een LED D1, die natuurlijk via een serieweerstand R3 met de uitgang van de op-amp wordt verbonden. Door de potentiometer heen en weer te schuiven kunt u de werking van de comparator observeren. Vergeet niet, in Edison4 gaat een LED echt "branden" als het onderdeel onder spanning komt te staan.

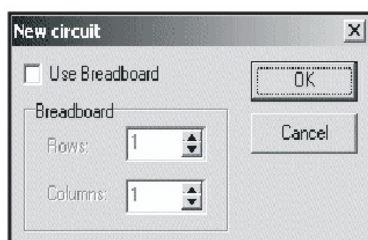


Figuur 23: Wij gaan dit eenvoudig schemaatje van een comparator opbouwen in Edison4.

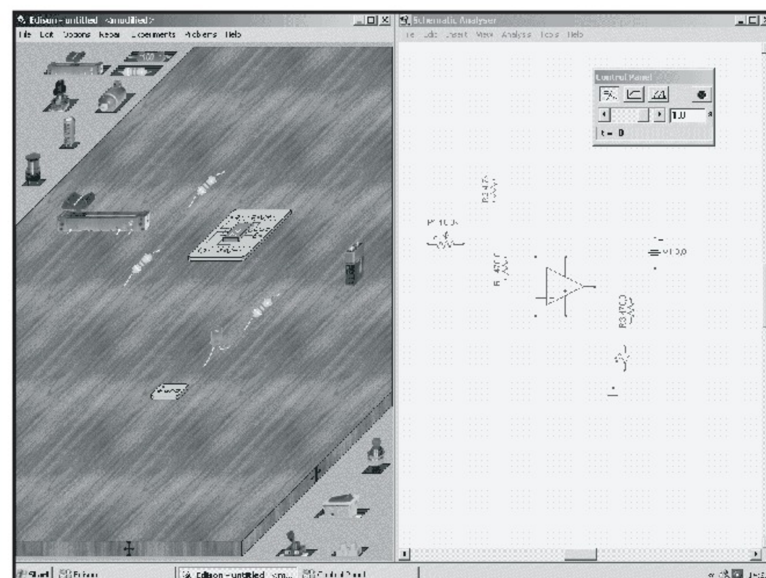
Een nieuw project starten

Start Edison4 op, ga naar het menu "File" en klik op "New". In het venstertje van figuur 24 kunt u beslissen of u uw schakeling op uw werktafel of op een breadboard wilt opbouwen. Vink "Use Breadboard" aan als u een breadboard wilt gebruiken. U kunt dan het aantal rijen en kolommen waaruit het breadboard moet bestaan invullen.

"1 x 1" komt neer op het breadboard dat in figuur 2 is voorgesteld. Voor dit eenvoudig schakelingetje gaan we echter geen gebruik maken van een breadboard, dus u zet geen vinkje.



Figuur 24: In dit venstertje kunt u kiezen voor ontwerpen op uw werktafel of op een breadboard.



Figuur 25: Alle benodigde onderdelen zijn op uw werkblad geplaatst, we kunnen gaan bedraden!

Na "OK" verschijnt het reeds bekende venster (zie figuur 22) op uw monitor, maar nu natuurlijk leeg.

Weerstanden naar uw werkblad
Klik met de linker muisknop op een leeg deel van het bovenste "onderdelen magazijn". U ziet na iedere klik een set andere onderdelen verschijnen. Klik tot u op de pagina belandt waar de weerstanden en potentiometers staan. Klik met de linker muisknop op de vaste weerstand met kleurcodering en sleep dit onderdeel naar uw werkblad. U ziet, terwijl u de weerstand verplaatst, het symbool van de weerstand verschijnen in het venster van de "Schematic Analyser".

Onderdelen roteren
Sommige onderdelen kunt u draaien. Dat doet u door, tijdens het verslepen van het onderdeel, op de "Ctrl"-toets te drukken. Op deze manier kunt u de weerstanden R1 en R2 roteren.

Overige onderdelen plaatsen
Nadat u de drie weerstanden op uw werkblad heeft gezet kunt u de overige onderdelen op dezelfde manier plaatsen:
- de schuifpotentiometer;
- de LED;
- de batterij van 9 V;
- de operationele versterker 741;
- een massa-connectieblokje.

Eerste stap klaar
In figuur 25 ziet u het resultaat van uw inspanningen: alle onderdelen staan op uw werkblad en wel zodanig geplaatst dat u de bedrading netjes en overzichtelijk kunt uitvoeren. Om een onderdeel te verplaatsen klikt u er met de rechter muisknop op en kiest "Move". U kunt nu het onderdeel met ingedrukte linker muisknop verplaatsen.

De "Schematic Analyser" fatsoeneren
Inmiddels heeft Edison4 alle symbolen van uw onderdelen ook in het venster van de "Schematic Analyser" geplaatst. Een en ander is echter niet zo netjes en u kunt de onderdelen op een overzichtelijkere manier positioneren door er met de linker muisknop op te klikken en ze naar de gewenste plaats te verslepen. Het verplaatsen van onderdelen in de "Schematic Analyser" heeft geen invloed op de plaats van de onderdelen op uw werkblad.

De "Shift"-toets
Sommige onderdelen hebben diverse uitvoeringen. U

kunt die selecteren door, tijdens het verplaatsen van het onderdeel, op de “Shift”-toets te drukken. Verplaats als voorbeeld maar eens de 9 V batterij en klik op “Shift”. U ziet de drie verschillende versies van de batterij een na een verschijnen.

Onderdelenwaarde instellen

Vervolgens moet u de onderdelen de gewenste waarde geven. De weerstand heeft “by default” de volgende specificaties:

- tolerantie: +/-20 %
- waarde: 100 Ω
- vermogen: 50 W

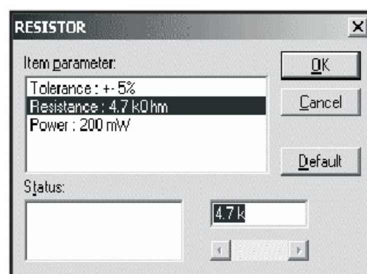
Dat zijn nogal vreemde parameters, die u nu moet veranderen. Dubbelklik op de weerstand R1. In het venster van figuur 26 kunt u nu die drie parameters op de door u gewenste waarde instellen:

- tolerantie: +/-5 %
- waarde: 4,7 kΩ
- vermogen: 0,2 W

Herhaal deze procedure met de drie overige weerstanden. De parameters van de op-amp en de LED kunt u in Edison niet wijzigen, wél in de “Schematic Editor”. Van de batterij kunt u de inwendige weerstand instellen, maar die laten wij op nul staan.

Bedraden

Het bedraden van uw schema gaat al even eenvoudig. Ga met de muis naar het onderste draadje van weerstand R2. Op een bepaald moment ziet u de cursor veranderen in een pennetje in een witte cirkel. Klik nu op de



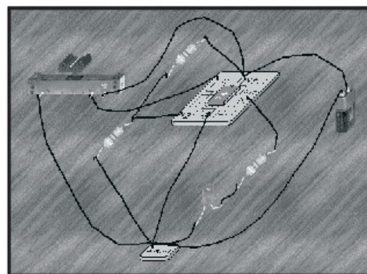
Figuur 26: Het instellen van de parameters van de onderdelen.

linker muisknop en ga naar de bovenste draad van weerstand R1. Op het moment dat u het uiteinde van de draad bereikt laat u de muisknop los. U heeft de verbinding tussen de weerstanden R2 en R1 volbracht! Op deze manier kunt u uw schema snel bedraden. Het eindresultaat is geschetst in figuur 27.

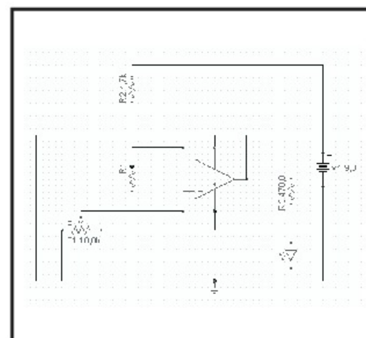
Bedrading manipuleren

Ga met de muis naar een draad, de cursor verandert in een handje. U kunt nu, met ingedrukte linker muisknop, de draad verplaatsen.

Klik één keer met de rechter muisknop op de draad. Er verschijnt een venstertje “Delete”. Klik met de linker muisknop om de draad te verwijderen.



Figuur 27: Het bedraden van uw schema.



Figuur 28: Het geoptimaliseerde schema van uw comparatorschakeling.

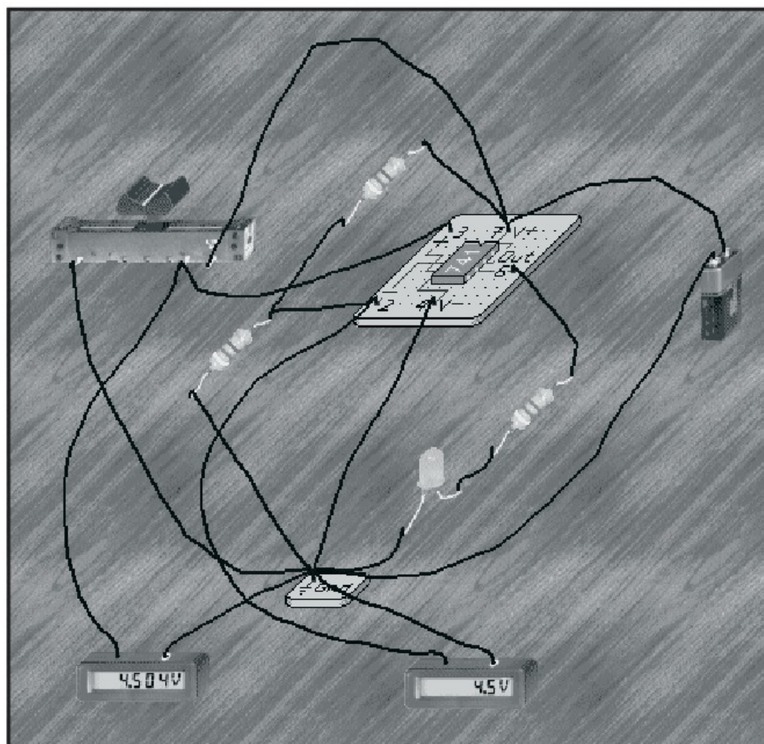
Klik dubbel met de linker muisknop op de draad. In het venstertje “Wire” kunt u vervolgens de kleur van de draad selecteren.

Het schema optimaliseren

Alle draadjes die u “soldeert” verschijnen ook in het venster van de “Schematic Analyser”. Maar ook nu moet u beslist een en ander gaan fatsoeneren. U klikt op een verbinding en ziet “handvaten”, kleine zwarte vierkantjes, verschijnen. Door met de muis op deze vierkantjes te gaan staan en dan links te klikken kunt u uw bedrading verplaatsen, korter maken of langer maken. Uiteindelijk krijgt u een schema zoals voorgesteld in figuur 28, een schema dat weliswaar niet optimaal is, maar wél het beste is dat Edison4 te bieden heeft. Vergelijk maar eens met het schema van figuur 23!

De werking van de schakeling onderzoeken

Ga met de muis op de knop van de schuifpotentiometer staan. Druk de linker muis-



Figuur 29: Het toevoegen van twee voltmeters die bewijzen dat de uitgang omklapt als de spanningen op de twee ingangen van de op-amp aan elkaar gelijk zijn.

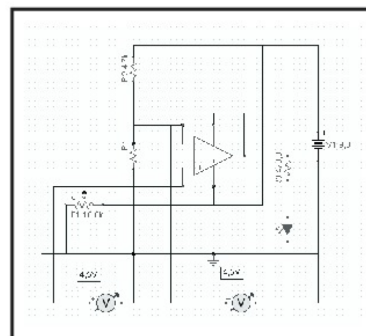
knop in en verschuif de knop naar rechts. Op een bepaald moment, als de knop ongeveer in het midden staat, ziet u dat de LED gaat branden. Op dat moment wordt de spanning op de niet-inverterende ingang groter dan de spanning op de inverterende ingang. De uitgang van de op-amp versterkt dit spanningsverschil tienduizenden malen, met als gevolg dat de uitgang vastloopt tegen de positieve voedingsspanning. Door de serieschakeling van de weerstand R3 en de LED vloeit een stroom, de LED gaat branden.

Meetapparatuur invoegen

U kunt nu uiteraard gaan meten of wat wij stellen wel klopt. Klik met de linker muisknop in het onderste "onderdelenmagazijn" tot u op de pagina met de meetapparatuur komt. Sleep nu twee digitale voltmeters naar uw werkblad en sluit deze aan op de twee ingangen van de op-amp, zie figuur 29. De "-" van beide meters gaat uiteraard naar de massa.

Het schema

Uiteraard kunt u de twee meters ook in het schema van de "Schematic Analyser" een mooi plekje geven, zie figuur 30. Ook in het schema worden de door de meetapparatuur gemeten waarden in real-time weergegeven, weliswaar met een kleinere resolutie.



Figuur 30: De twee digitale voltmeters hebben ook in het schema een mooi plekje gevonden.

Ontwerpen op breadboard

Inleiding

In principe kunt u op dezelfde manier als reeds beschreven een schakeling op een breadboard opbouwen. Tóch zijn er wat kleine verschillen, die overigens heel handig zijn.

Plaatsen van componenten

Als u een weerstand van het "onderdelen magazijn" naar het breadboard sleept ziet u opeens dat de weerstand langere aansluitdraadjes krijgt. Als u het onderdeel over het breadboard verplaatst wippen de draadjes van gat naar gat. Laat de linker muisknop los op het moment dat het onderdeel op de gewenste plaats staat. U kunt nu echter de aansluitdraadjes van de onderdelen individueel verplaatsen. Ga met de cursor naar de plaats waar de aansluitdraad in het gaatje van het breadboard

verdwijnt. U ziet de cursor veranderen in vier kleine pijltjes. Klik nu op de linker muisknop. U kunt nu de aansluitdraad verplaatsen naar een ander gaatje in het breadboard.

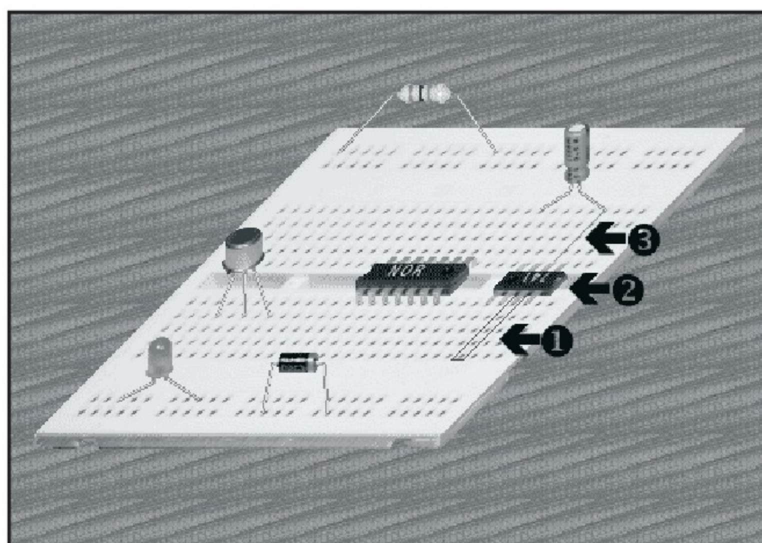
IC's

Als u een IC van het "onderdelen magazijn" naar het breadboard sleept verandert de vormgeving dramatisch. In plaats van een enkelvoudige poort wordt het onderdeel opeens als écht IC weergegeven met 8 of 14 aansluitpennetjes, onder de vorm van een platte surface mount behuizing. U plaatst het IC door de linker muisknop los te laten. Als u de cursor verplaatst naar de rechter bovenhoek van een IC ziet u een geel vierkantje verschijnen. Klik met de linker muisknop, het IC krijgt de vorm van een DIL-IC.

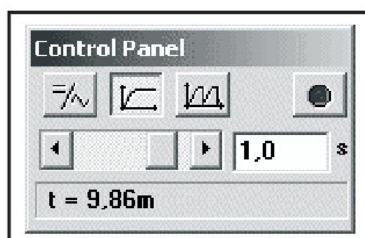
Verborgen verbindingen weergeven

Ga naar het menu "Options" en klik de twee opties:
- Hidden circuit connections;
- Hidden breadboard connections;

aan.
U ziet nu op het breadboard de verbindingen tussen de onderdelen, die via het breadboard automatisch tot stand zijn gekomen, lichtgrijs weergegeven. Als u met de cursor over het breadboard gaat ziet u de "verborgen" verbindingen op het breadboard rood omkaderd op uw scherm verschijnen.



Figuur 31: Het plaatsen van onderdelen op uw breadboard.



Figuur 32: Het belangrijke "Control Panel" bepaalt hoe Edison4 werkt.

Samenvatting

In figuur 31 hebben wij een samenvatting gegeven van de speciale opties die het programma in petto heeft als u ontwerpt op een breadboard:
- 1: een van de "Hidden breadboard connections";
- 2: een NOR-poort als DIL en een 741 als surface mount;
- 3: een van de "Hidden circuit connections".

Bedraden van het breadboard

Dat gaat op dezelfde manier als bedraden op uw virtuele werktafel. U zet de cursor boven een gaatje, klikt met de linker muisknop, legt de draad naar een tweede gaatje en klikt weer links.

Het "Control Panel"

Inleiding

Als u met Edison4 werkt zal het kleine venstertje van figuur 32 u onmiddellijk opvallen. Dit is het "Control Panel" en dit speelt een zeer belangrijke rol bij het simuleren van uw schakelingen. De instellingen op dit paneeltje bepalen namelijk hoe Edison4 met uw schakeling omgaat.
U ziet vier knoppen die de volgende betekenis hebben:
- DC/AC modus;
- Single transient modus;
- Continuous transient modus;
- Start/Stop knop.

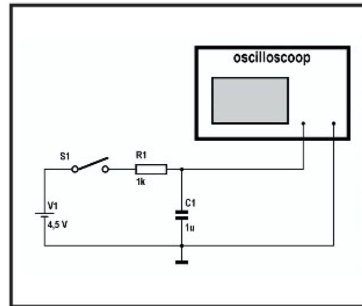
Vego VOF, Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf (NL)

DC/AC modus

Dit is de “default” modus waarin Edison 4 opstart. In deze modus gaat het programma er van uit dat alle spanningen en stromen ofwel constant zijn, ofwel sinusvormig verlopen. De meetapparaten meten ofwel de gelijkspanning en -stroom, ofwel de effectieve en topwaarden van de sinusvormige spanningen en stromen. In wezen moet u deze modus gebruiken voor schakelingen waar in functie van de tijd geen spanning- of stroomvariaties optreden. Kortom, schakelingen waarin geen condensatoren worden opgeladen of spoelen zich verzetten tegen stroomveranderingen. Edison4 berekent nu alle stabiele spanningen en stromen in de schakeling en u kunt deze grootheden meten met de beschikbare meetapparatuur.

Single transient modus

Als u in deze modus op de Start/Stop knop of op gelijk welke schakelaar in het schema klikt, voert Edison4 één simulatie uit die start op tijdstip t0 en stopt op de tijd die u in het “Control Panel” heeft ingevoerd. Als u dus een tijd van 10 ms invoert, dan berekent Edison 4 het verloop van alle spanningen en stromen in een tijdsverloop van 10 ms. Let wel dat de simulatie op het scherm steeds wordt vertraagd tot ongeveer één seconde. Wat zich in de realiteit binnen (om bij dit voorbeeld te blijven) een/honderdste van een seconde afspeelt wordt “vertraagd afgespeeld”, zodat u het proces goed kunt volgen. Als u in deze modus een oscilloscoop of frequentie-analyser heeft ingevoerd, zullen deze apparaten het berekende spanningsverloop binnen de simulatietijd op hun scherm zetten en niets meer.



Figuur 33: Aan de hand van dit eenvoudig voorbeeld gaan we de werking van de transiënt modus bespreken.

Continuous transient modus

In deze modus voert Edison4 een contunue simulatie uit, de ingestelde tijd is dus niet de stoptijd van de simulatie. Deze tijd bepaalt nu de snelheid van de simulatie, hoe hoger de ingevoerde waarde, hoe sneller de simulatie wordt berekend. U stopt de continue modus door op de “Start/Stop” knop te klikken of door te klikken op de knop “AC/DC”. In deze modus zullen de meetapparaten continu de berekende waarden van de meetspanningen op hun schermen schrijven.

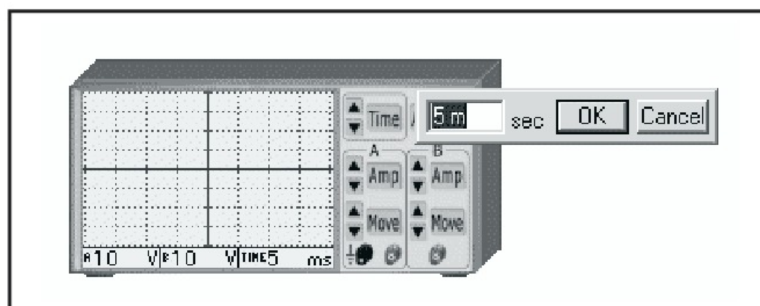
Werken met de transiënt modus

Opladen van een condensator

Een mooi voorbeeld van het toepassen van de transiënt modus is een demonstratie van de manier waarop een condensator oplaadt. Bouw het schema van figuur 33 op uw virtuele werktafel, gebruik voor S1 de tuimelschakelaar. Stel de waarde van R1 op 1 kΩ en de waarde van C1 op 1 μF, u weet inmiddels hoe dat gaat.

De oscilloscoop

Sleep de oscilloscoop naar uw werktafel. Aan de hand van figuur 34 bespreken we dit nuttige instrument. De scope van Edison4 is een tweekanaals apparaat met de bekende knoppen:



Figuur 34: De tweekanaals oscilloscoop van Edison4.

– Time:
  Stelt de tijdbasis snelheid in.
– Amp A en B:
  Stelt de gevoeligheid van beide kanalen in.
– Move A en B:
  Verplaatst de nul-referentie van beide kanalen over het scherm.
– Auto:
  Stelt alle knoppen op de beste waarde voor het observeren van het aangeboden signaal.

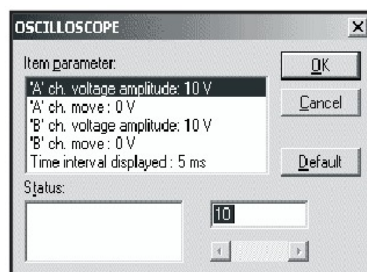
Instellen van de meetapparatuur

U kunt de scope en de overige meetapparatuur van Edison4 op drie manieren instellen:

– Stapsgewijs:
  Klik op de knoppen "▲" en "▼" om de waarde van de parameters te verhogen of te verlagen.
– Via het toetsenbord:
  Klik bijvoorbeeld op de knop "Time". Er verschijnt een venstertje, zie figuur 34, waarin u de tijdbasissnelheid kunt invoeren.
– Alles in een keer:
  Verplaats de cursor over de scope. Als de cursor in een vraagteken verandert dubbelklikt u met de linker muisknop. In het venstertje van figuur 35 kunt u alle parameters van de scope in een keer instellen.

Terug naar de ladende condensator

Stel de oscilloscoop in:
– Tijdbasis: 10 ms;
– A Amp: 5 V;



Figuur 35: Het instellingenvenster voor de oscilloscoop.

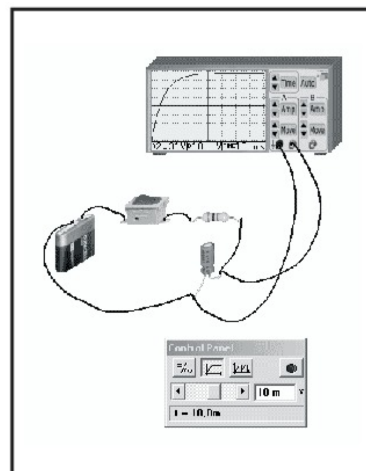
– A Move: 0 V.

Stel vervolgens, zie figuur 36, het "Control Panel" in op "Single transient mode" met een simulatietijd van 10 ms. Klik nu op de tuimelschakelaar in het schema. De condensator wordt nu via de weerstand R1 opgeladen uit de 4,5 V batterijspanning. Hoe dit laden verloopt ziet u op het scherm van de scope. De condensatorspanning stijgt in het begin snel, maar de stijging per tijdseenheid wordt steeds kleiner. Na ongeveer 5 ms is de condensator zo goed als volledig opgeladen: de spanning over het onderdeel benadert de batterijspanning.

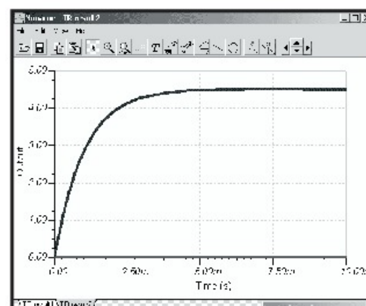
Meetresultaten tonen

Grafieken in detail

Op het scherm van de scope ziet u het verloop van de condensatorspanning in functie van de tijd. Dat grafiekje is uiteraard klein en niet gedetailleerd. Dat kan anders! Beweeg de cursor over de oscilloscoop tot de cursor een vraagteken



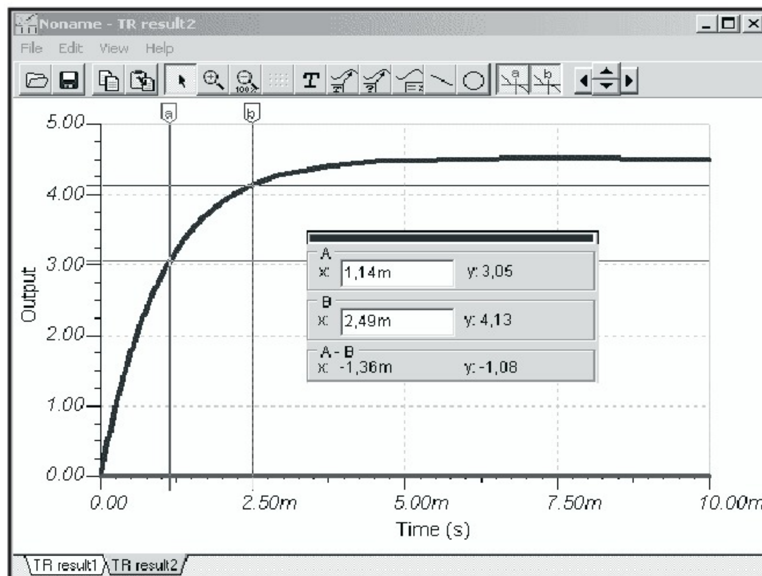
Figuur 36: Met dit eenvoudige experiment kunt u ontdekken hoe een condensator oplaadt als hij op een gelijkspanning wordt aangesloten.



Figuur 37: De meetresultaten van het scopescherm worden weergegeven in een eigen venster.

wordt. Klik nu op de rechter muisknop. Er verschijnt een pop-up venstertje met de opties:
– Diagram;
– Formulas;
– Delete;
– Move.

De eerste optie is het interessantst. Klik met de linker muisknop op "Diagram". Er verschijnt een nieuw venster in beeld, zie figuur 37, waarin de meetresultaten op het

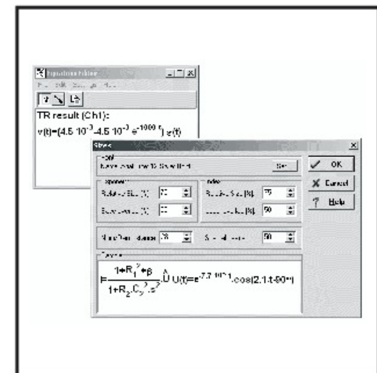


Figuur 38: Met de twee cursoren kunt u absolute en verschilmetingen uitvoeren in uw grafieken.

scherm van de scope nu duidelijk en gedetailleerd worden weergegeven.
Dit venster biedt weer interessante mogelijkheden. Als u met de muiscursor over de knoppenbalk glijdt, ziet u de diverse opties. Heel interessant is de mogelijkheid om twee cursoren a en b in beeld te zetten, zie figuur 38. Het programma geeft de absolute waarden van x- en y-grootheden op de twee cursorpunten en berekent bovendien de verschillen tussen de waarden van de twee cursorpunten.
Uiteraard kunt u, via het menu "Edit" uw grafiek printen of exporteren naar de grafische formaten BMP en WMF.

Equation Editor

Edison4 werkt uiteraard intern op een wiskundige manier. Het programma evalueert het door u getekende schema en stelt aan de hand van deze analyse een wiskundige formule op, die bijvoorbeeld het verloop van een spanning geeft in functie van de tijd. Dank zij de "Equation Editor" kunt u deze formule bekijken, aanpassen en exporteren. U kunt de formule ook kopiëren naar het klembord van Windows en via "Paste" in uw favoriete tekstverwerker inplakken. Zoals u weet is het schrijven van wiskundige formules in een tekstverwerker een moeilijke klus. Edison4 maakt het u dus wel erg gemakkelijk!
U krijgt toegang tot deze functie door in het reeds genoemde pop-up venstertje de optie "Formulas" aan te klikken. In het venster "Equation Editor", zie figuur 39, verschijnt de wiskundige uitdrukking v(t) = f(t), oftewel het verband tussen de momentele waarde van de gemeten spanning en het tijdsverloop.
Via de optie "Settings" kunt u de formule tot in de details editten. U kunt de lettersoort instellen, de relatieve lettergrootte van exponenten en indexen en de baseshift voor exponenten en indexen. In het venster "Sample" ziet u onmiddellijk hoe uw instellingen de presentatie van de formule beïnvloeden. Via het menu "File" kunt u de formule exporteren als BMP-, WMF- of MathCad-bestand.



Figuur 39: Met deze "Equation Editor" kunt u de wiskundige formules, waaraan de schakeling voldoet, opsporen, editten en exporteren naar andere programma's.

Werken met de frequentie-analyser

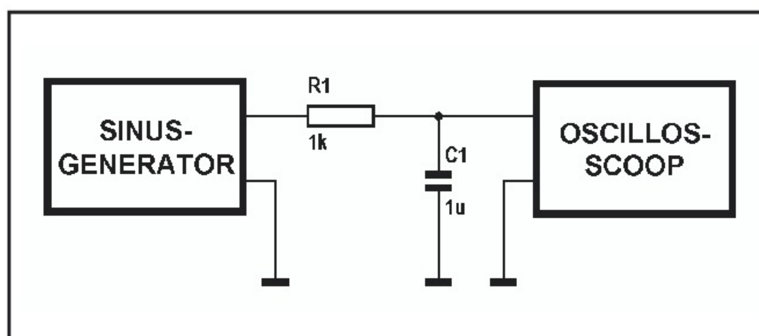
Inleiding

Een frequentie-analyser zult u niet in uw laboratorium hebben, daar zijn dergelijke apparaten te duur voor. Een

frequentie-analyser bevat een sinusgenerator en een soort van oscilloscoop. De sinusgenerator levert geen constante frequentie, maar scant een bepaald frequentiebereik, bijvoorbeeld van 10 Hz tot 20 kHz. Dit signaal verschijnt op de uitgang van de analyser. De ingang van het apparaat sluit u aan over een onderdeel. In de analyser zit een gelijkrichter en een logaritmische omvormer die het gemeten signaal omzet in een dB-waarde. Op het scherm verschijnt de grootte van deze gemeten dB-spanning in functie van de frequentie van het signaal dat de frequentie-analyser levert. Kortom: met een dergelijk apparaat kunt u razendsnel de amplitude/frequentie-karakteristiek van een schakeling opmeten! In de échte wereld zijn dergelijke apparaten peperduur, maar de frequentie-analyser van Edison4 staat gratis ter uwer beschikking.

Een laagdoorlaat filter

Een RC-kring, zoals voorgesteld in figuur 40, vormt een laagdoorlaat filter. Dat komt omdat de condensator natuurlijk geen constante impedantie heeft, maar een impedantie die kleiner wordt naarmate de frequentie van het signaal stijgt. De weerstand en de condensator vormen een spanningsdeler. Over de condensator komt steeds minder spanning te staan naarmate de frequentie stijgt. Een dergelijk filter is een ideale basis voor het demonstreren van de werking van de frequentie-analyser.



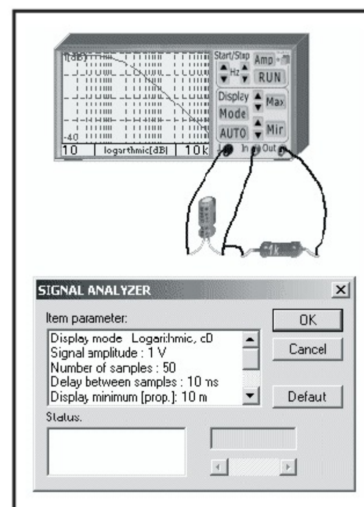
Figuur 40: Een RC-kring vormt een laagdoorlaat filter.

De schakeling in de Edison4 praktijk

Bouw het schema op volgens figuur 41. Zet de waarde van de componenten op 1 kΩ en 1 µF. Op de reeds bekende manier krijgt u het venster “Signal Analyzer” in beeld, waarin u de parameters van het meetinstrument kunt instellen:

- Display mode: Logarithmic, dB
- Signal Amplitude: 1 V
- Number of samples: 50
- Delay between samples: 50
- Display minimum: 10 m
- Display maximum: 1.12
- Start frequency: 10 Hz
- Stop frequency: 10 kHz

Als u vervolgens op de knop “RUN” klikt, verschijnt de amplitude/frequentie - karakteristiek van de schakeling onmiddellijk op het scherm van het meetapparaat.



Figuur 41: Het gebruik van de frequentie-analyser bij het opmeten van weergavekarakteristiek.

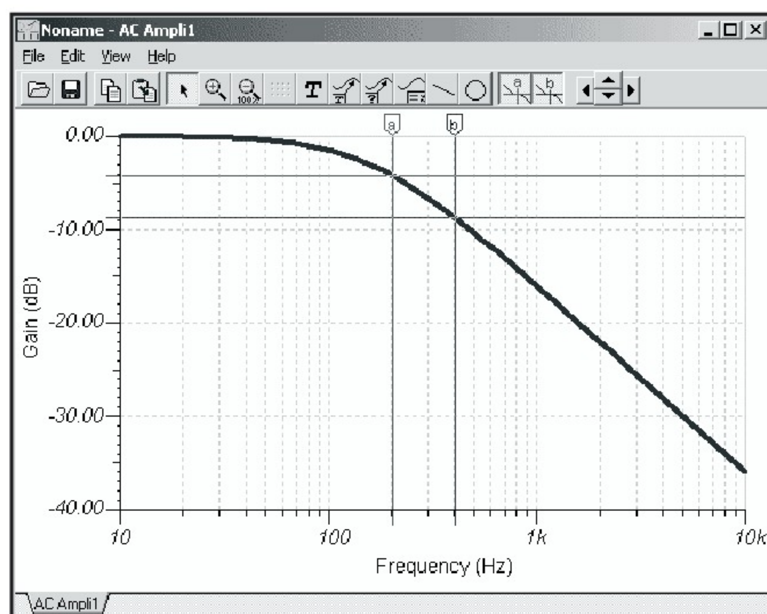
Grafieken en formules

Natuurlijk kunt u, net zoals bij de scope, de grafiek in een eigen venster aanschouwen en de transferformule van de schakeling bewonderen. In figuur 42 hebben wij de amplitude/frequentie - karakteristiek van het RC-filtertje van figuur 41 in een eigen venster gezet. U ziet dat de frequentie-analyser de verticale as keurig ijkt in dB en de horizontale as een logaritmische schaalindeling geeft.

Schoolborden

Inleiding

Het zal duidelijk zijn dat de bedenkers van Edison4 de



Figuur 42: De amplitude/frequentie-grafiek van de schakeling van figuur 41.



Figuur 43: Het toevoegen van borden met teksten aan uw schakeling.

educatieve waarde van hun programma hoog inschatten. Als u de macro's heeft doorlopen, dan zult u bij diverse experimenten reeds de "schoolborden" met Engelse teksten hebben opgemerkt, die nog eens extra bijdragen aan dat educatieve karakter. U kunt u eigen schakelingen op een heel eenvoudige manier voorzien van dit soort geschreven "hints" met Nederlandstalige tekst.

Een schoolbord toevoegen

Ga naar het menu "Edit" en selecteer "Select shelf". De standaard onderdelen, links boven in beeld, worden nu vervangen door vier "schoolborden" met diverse afmetingen. Deze kunt u, net zoals alle componenten, naar uw werktafel slepen. Dubbelklik met de linker muisknop op het bord en in een extra venster, zie figuur 43, kunt u nu de tekst invoegen die u op het "schoolbord" wilt zetten. Op dezelfde manier kunt u de tekst die al aanwezig is op een bord editten.

Een macro maken

Inleiding

Edison4 is een educatief programma en een van de krachtigste hulpmiddelen daarbij is het maken van macro's. Een macro registreert alles dat u in het programma doet en maakt er een soort tekenfilmpje van dat u nadien kunt afspelen.
U kunt bovendien aan zo'n macro zogenaamde "hints" toevoegen, tekstballonnen die de aandacht vestigen op een bepaalde actie die u uitvoert.

Een nieuwe macro maken

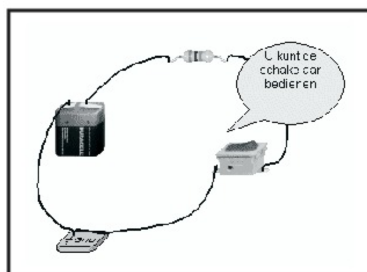
Ga naar het menu "Edit" en kies "New". U start nu met een lege werktafel. Ga weer naar het menu "Edit", selecteer "Macro" en dan "Record". Vanaf dat moment registreert Edison4 alles dat u doet binnen het programma. Ontwerp nu uw demonstratie, dus sleep onderdelen naar uw werktafel, maak verbindingen en voeg meetapparatuur toe.
Demonstreer nadien de werking van de schakeling door op knoppen te klikken of aan de knoppen van de meetapparatuur te draaien.

De macro saven

Klaar? Ga dan naar het "Edit" menu, optie "Macro" en selecteer "Save as". Uw macro wordt nu opgeslagen met de extensie .MAC.

Tekstballonnen toevoegen

Open een zuivere ASCII tekstverwerker, zoals "Kladblok" en schrijf hierin de teksten die u in de teksballonnen wilt plaatsen. Iedere tekst start op een nieuwe regel, witregels zijn niet toegestaan. Klaar? Bewaar dan deze tekstfile in dezelfde directory waarin u uw macro heeft opgeslagen en geef er dezelfde naam aan, maar met de extensie .MTX.



Figuur 44: Het invoegen van "hints", teksballonnen met verklarende tekst, in uw macro.

Hints invoegen

Ga weer via "Edit" naar "Macro" en selecteer "Modify hints". Uw macro wordt nu afgespeeld. Op het moment dat u de eerste hint wilt invoegen verplaatst u de cursor naar de plaats waar u de hint wilt hebben en drukt op de linker muisknop, zie figuur 44. Op het moment dat de tekstballon moet verdwijnen van het scherm klikt u op de rechter muisknop. Ga zo verder tot alle tekstballonnen op de juiste plaats en op het juiste moment zijn ingevoegd. Als de macro is afgespeeld bewaart u hem weer via "Edit", "Macro" en "Save".



Figuur 45: Het door Edison4 automatisch aangepast tekstbestand van uw hints.

Het .MTX bestand

Als u uw macro tekstbestand weer opent ziet u (figuur 45) dat Edison4 uw zuiver tekstbestand heeft aangevuld met een aantal regels, waarin de plaats en het moment van verschijnen en verdwijnen van iedere hint wordt gedefinieerd.

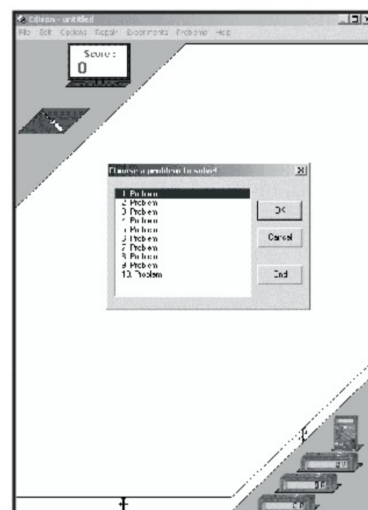
Problemen oplossen

Leuke kennistests

Edison4 wordt geleverd met een aantal voorbeelden van "Problems". Dat zijn schakelingen waar bewust een fout in is aangebracht of schakelingen waarover vragen worden gesteld. Via een scorelijst wordt bijgehouden hoeveel vragen goed of fout worden beantwoord.

Een "Problem" openen.

Open het menu "Problems". U kunt kiezen uit 14 voorbeelden, open als voorbeeld "VOLTGEN.PRB". U ziet een leeg werkblad met links boven een scorebord en een grote schroevendraaier. Met deze schroevendraaier kunt u defecte onderdelen repareren. Open nu weer het menu "Problems". U krijgt een lijstje met tien problemen, zie figuur 46, die u moet oplossen.



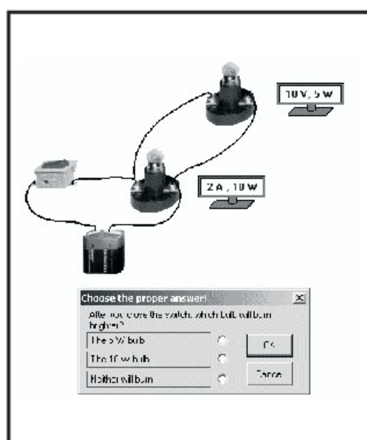
Figuur 46: Bij het probleem "VOLTGEN.PRB" moet u tien vragen beantwoorden.

De vragen beantwoorden

Deze "Problems" zijn, zie figuur 47, vrij simpel. Bij dit "Problem" moet u kiezen welke lamp het felst zal branden, de lamp van 5 W of de lamp van 10 W.

Conclusie

De "Problems" zijn handige hulpmiddelen voor het testen van de basiskennis van iemand die nét de basisprincipes van de elektriciteit en de elektronica begint te ontdekken.



Figuur 47: Een van de vragen die in het "Problem" "VOLTGEN.PRB" worden gesteld.

```
.D Voltgen^2
.L problems\p200.cir
.Q Welke^lamp^gaat^feller^branden^als^u^de^schakelaar^sluit?
.G 2
.A de^5^W^lamp
.A de^10^W^lamp
.A geen^van^beide^gaat^branden
.C 25
..
```

Figuur 48: Een voorbeeld van de code die u moet schrijven voor het ontwerpen van de vensters van de "Problems".

Zélf "Problems" ontwerpen

Het unieke van Edison4 is dat u zélf dergelijke "Problems" kunt ontwerpen. Het gaat te ver om de procedure hier tot in de details te beschrijven, in de "Help" van het programma staat een duidelijke Engelse stap-na-stap beschrijving. In het kort komt het op het volgende neer:

- maak voor ieder probleem uit de set een schakeling (.CIR file);
- schrijf een source file voor de set (.SRP file);
- compileer dit bestand met het programma "PROBLEMS.EXE" tot een .PRB file.

U schrijft de source file met een zuivere ASCII tekstverwerker, zoals "Kladblok". Het samenstellen van een venstertje zoals voorgesteld in figuur 47 is een fluitje van een cent. In figuur 48 hebben wij een voorbeeld gegevens van de code die u moet invoeren om een venstertje als dat van figuur 47 te ontwerpen.

De commando's

De commando's heeft u zó onder de knie:

- .D (Definition):
  De naam van het probleem.
- .L (Load):
  De naam van en het pad naar het .CIR bestand van de schakeling.
- .Q (Question):
  De vraag die in het venstertje verschijnt.
- .G (Good):
  Het goede antwoord uit de lijst met A-commando's
- .A (Answer):
  Drie mogelijke antwoorden waaruit de student moet kiezen.
- .C (Score):
  Het aantal punten dat de student verdient met een goed antwoord.
- ..
  Einde van de vensterdefinitie.

ATTENTIE: let er op dat in het .SRP bestand géén spaties mogen voorkomen, spaties moet u invoeren door het teken "^" tussen de woorden te zetten.

De "Schematic Editor"

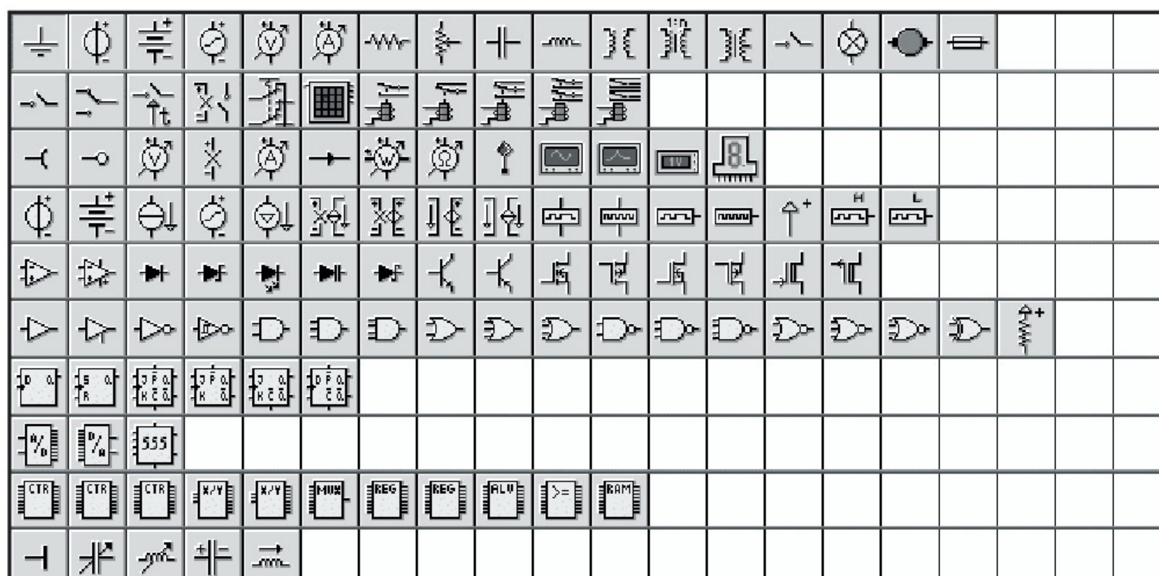
Inleiding

De reeds in figuur 9 voorgestelde "Schematic Editor" is het professionele tekenpakket in de Edison4 bundel. U kunt er niet alleen uitgebreide schakelingen mee tekenen, maar u kunt nadien een uitgebreid aantal analyses op uw schema loslaten. In de directory "EXAMPLES" vindt u 19 voorbeeldschema's die u via het "File" menu en de optie "Open" kunt bekijken.
De verschillen tussen het tekenen in de "Schematic Analyser" en in de "Schematic Editor" zijn groot.

Meer componenten

De componenten in de "Schematic Editor" zitten in tien tab's:

- Basic;
- Switches;
- Meters;
- Sources;
- Semiconductors;
- Gates;
- Flip-flops;
- Mixed mode;
- Logic IC's;
- Specials.

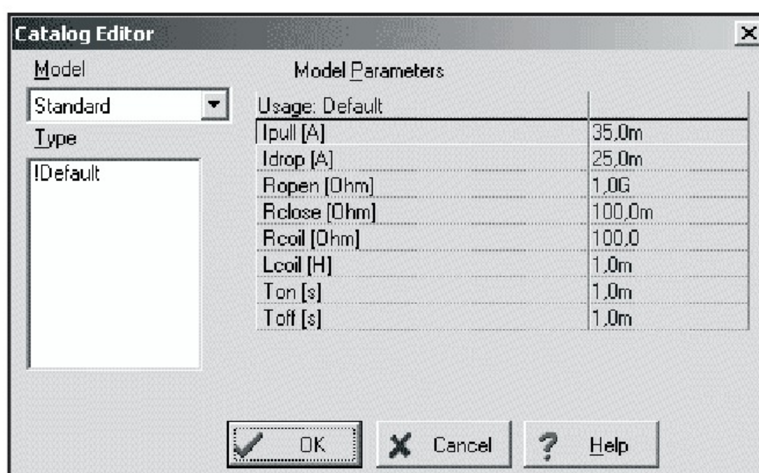


Figuur 49: De in de "Schematic Editor" beschikbare componenten.

In figuur 49 hebben wij de inhoud van deze tien tab's samengevat. Er zijn zeer interesante onderdelen bij, zoals een hexadecimaal toetsenbordje dat u in real time kunt bedienen.

Meer parameters instellen

In figuur 6 hebben wij al een voorbeeld gegeven van de overvloed aan parameters die u bij de onderdelen kunt definiëren. Dat plaatje geeft het parametervenster weer voor een transistor. Maar in feite geldt dit voor alle onderdelen en meetapparaten die u in de "Schematic Editor" ter beschikking heeft. Als voorbeeld geven wij u in figuur 50 het "Catalog Editor" venstertje voor een relais. U kunt instellen:



Figuur 50: In de "Schematic Editor" kunt u vrijwel alle denkbare parameters van de onderdelen zélf definiëren.

– I_{pull}:
  De stroom waarbij het relais inschakelt.
– I_{drop}:
  De stroom waarbij het relais uitschakelt.
– R_{open}:
  De contactweerstand in open toestand.
– R_{close}:
  De contactweerstand in gesloten toestand.
– R_{coil}:
  De ohmse weerstand van de relaisspoel.
– L_{coil}:
  De inductantie van de spoel.
– T_{on}:
  De inschakelvertraging van de schakelaar.
– T_{off}:
  De uitschakelvertraging van de schakelaar.

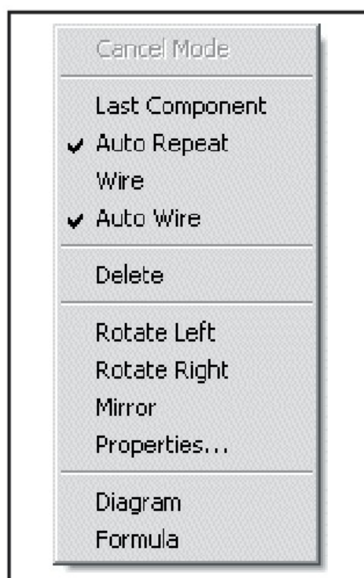
Onderdelen manipuleren

U plaatst de onderdelen op uw tekenvel door er met de linker muisknop op te klikken, het onderdeel naar het tekenvel te slepen en dan weer links te klikken. Klikt u

Vego VOF, Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf (NL)

met de rechter muisknop op een onderdeel, dan verschijnt het pop-up venstertje van figuur 51.

- Last Component:
  Het onderdeel wordt geselecteerd en u kunt het verplaatsen.
- Auto Repeat:
  Als u via "Copy" en "Paste" een kopie maakt van het onderdeel, worden de parameters overgenomen.
- Wire:
  U schakelt over naar de bedragingsmodus.
- Auto Wire:
  Als u deze optie aanklikt, worden alle verbindingen die u legt "rubber banding": als u een onderdeel verplaatst worden de verbindingen naar en van dit onderdeel automatisch mee verplaatst.
- Delete:
  Het onderdeel wordt verwijderd.
- Rotate en Mirror:
  Het onderdeel wordt gedraaid of gespiegeld, dit laatste is uiteraard belangrijk voor bijvoorbeeld transistoren.
- Properties:
  Opent het "Catalog Editor" venster van figuur 50, waarin u alle parameters kunt definiëren.
- Diagram:
  Alleen beschikbaar bij meetinstrumenten die een beeldscherm hebben, opent een extra venster waarin de meetgegevens vergroot worden weergegeven.
- Formula:
  Geeft de transferfunctie van de schakeling onder de vorm van een wiskundige uitdrukking.

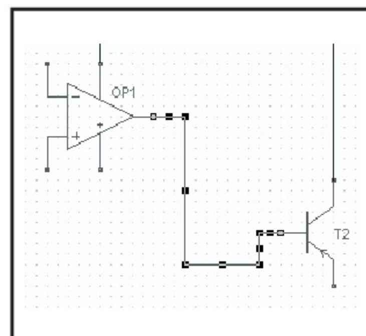


Figuur 51: Het pop-up venstertje dat verschijnt na klikken met de rechter muisknop op een onderdeel.

Eenheden invoeren

In het venstertje van figuur 50 moet u vaak numerieke waarden invoeren. U kunt hierbij de standaard afkortingen toepassen die in de elektronica gebruikelijk zijn. Met andere woorden, u hoeft niet "1000" in te voeren, het programma begrijpt de invoer "1k" net zo goed. Een overzicht van de afkortingen die Edison4 herkent:

- p = pico = 10^{-12}
- n = nano = 10^{-9}
- u = micro = 10^{-6}
- m = milli = 10^{-3}
- k = kilo = 10^{3}
- M = mega = 10^{6}
- G = giga = 10^{9}
- T = tera = 10^{12}



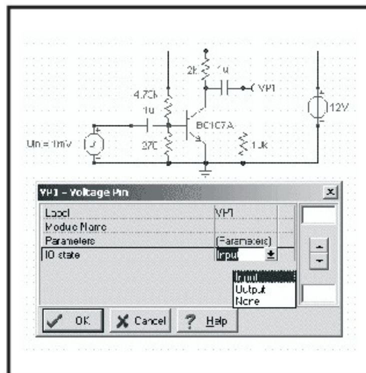
Figuur 52: Als u met de linker muisknop op een verbinding klikt, kunt u deze verplaatsen en inkorten.

Uw schema bedraden

Ga via het venster van figuur 51 naar "Wire", de cursor verandert in een pen. Ga naar het punt waar de verbinding start ***(altijd een klein bolletje bij de aansluiting van een onderdeel)*** en druk op de linker muisknop. Trek de verbinding met ingedrukte muisknop tot het eindpunt en laat dan de muisknop los. Edison4 kan alleen verticale en horizontale verbindingen maken, het gevolg is dat uw verbindingen soms overbodige hoeken maken. Geen probleem, klik één maal op de verbinding. De verbinding wordt rood en wordt voorzien van een aantal "handles", kleine vierkantjes zoals voorgesteld in figuur 52. U kunt deze met ingedrukte linker muisknop verplaatsen en op deze manier overbodige hoeken uit uw verbindingen verwijderen.

In- en uitgangen

Sommige analyses eisen dat u uw schema van in- en uitgangen voorziet. Alle sig-



Figuur 53: Het invoegen van een "Voltage Pin" als uitgang van uw schakeling.

naalbronnen zijn standaard ingesteld als "INPUT". Dat ziet u als "Properties" selecteert in het venster van figuur 51 en naar de parameter "IO state" scrolt.
Om de uitgang vast te leggen gaat u naar de onderdelengroep "Meters" en selecteert "Voltage Pin". Sleep deze pen naar de plaats in uw schema waar u de uitgang wilt hebben. Via rechts klikken selecteert u "Properties" (zie figuur 51). Zet de "IO state" (zie figuur 53) op "Output".
In de meeste schema's kunt u meerdere uitgangen vastleggen.

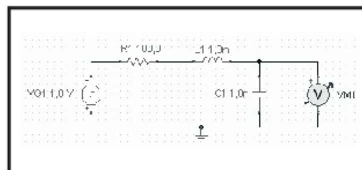
Een analoog voorbeeld

Inleiding

Als voorbeeld van het analoog werken met de "Schematic Editor" zullen wij het schema van een RLC-filter samenstellen en nadien analyseren. Het volledige schema dat u moet tekenen is voorgesteld in figuur 54.
Het schema bestaat uit de volgende onderdelen:

- Sources - Voltage Generator;
- Basic - Resistor;
- Basic - Capacitor;
- Basic - Inductor;
- Meters - Volt meter;
- Basic - Ground.

Zet deze onderdelen op een logische plaats en maak nadien de onderlinge verbindingen op de beschreven manier. Let op de polariteit van de generator! De "+" moet boven, u moet het onderdeel dus twee keer draaien.

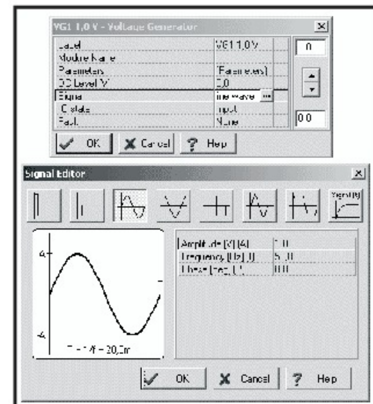


Figuur 54: Om u te leren werken met de "Schematic Editor" ontwerpen wij dit eenvoudig RLC-filter.

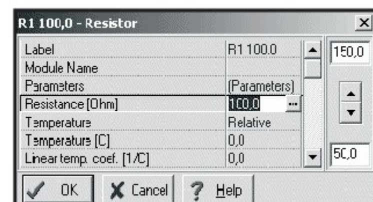
De "Voltage Generator" instellen

Klik met de rechter muisknop op de generator en selecteer "Properties". In het venster van figuur 55 kunt u vervolgens alle parameters van de generator instellen:

- Label:
  Hier kunt u aan de generator een unieke naam toekennen.
- DC level:
  Definieert de gelijkspanning op de uitgang van de generator, die stelt u op 0 V.
- Signal:



Figuur 55: Het instellen van de parameters van de "Voltage Generator".



Figuur 56: Het vastleggen van de waarde van de drie onderdelen.

  Klikken op deze optie levert het onderste venster van figuur 55 op, waarin u de signaalvorm, de amplitude, de frequentie en de fase kunt instellen. In dit geval kiezen we voor sinus, 1,0 V, 50 Hz en 0,0º.
- IO state:
  De generator is uiteraard een "Input" onderdeel.
- Fault:
  U wilt natuurlijk geen defecte generator, dus klikt u "None" aan.

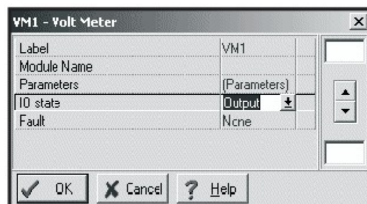
R1, L1 en C1 definiëren

Op dezelfde manier kunt u de waarden van de drie passieve componenten vastleggen, zie figuur 56. De overige parameters zijn interessant om mee te experimen-

teren, maar die laten wij op dit moment ongewijzigd.

De meter definiëren

Tot slot stelt u de parameters van de meter in, zie figuur 57. U moet de “IO state” instellen op “Output”.



Figuur 57: Het instellen van de parameters van de meter.

Analyse

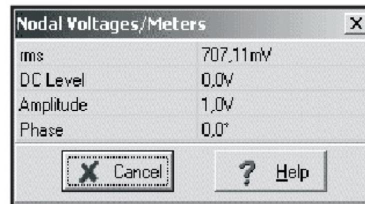
U kunt nu de diverse analyse-algoritmen die in Edison4 zitten op uw schakeling toepassen. In de inleiding hebben wij al een overzicht gegevens van alle analyses die ter beschikking staan. DC-analyses hebben in dit geval niet erg veel zin, zodat u via het menu “Analysis” bij de optie “AC Analysis” terecht komt.

Calculate nodal voltages

Met deze analyse kunt u de signaalspanning op de diverse punten van uw schakeling meten. Zoals uit het venster van figuur 58 blijkt, meet de meter niet alleen de amplitude van het signaal, maar ook de effectieve waarde (rms), het gelijkspanningsniveau en de fase.

AC Transfer Characteristic

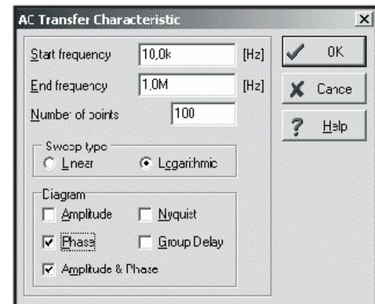
Een veel nuttigere analyse is de “AC Transfer Characteristic”.



Figuur 58: Het venstertje van de “Calculate Nodal Voltages”.

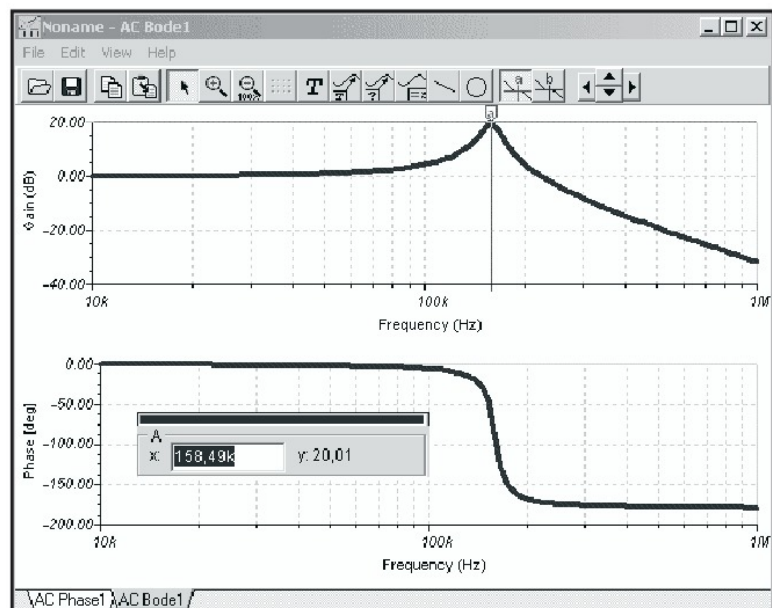
Deze geeft de frequentie/amplitude - karakteristiek van uw schakeling, het verband tussen versterking en frequentie. In het venster van figuur 59 kunt u de parameters van deze analyse instellen.

- Start frequency:
  De laagste frequentie van de analyse, stel deze waarde in dit voorbeeld in op 10 kHz.
- End frequency:
  De hoogste waarde van de analyse, stel deze in op 1 MHz.



Figuur 59: Het instellen van de parameters van de “AC Transfer Characteristics”.

- Number of points:
  Het aantal discrete frequenties die in de gekozen frequentieband wordt onderzocht, hoe hoger deze waarde hoe gedetailleerder de analyse.
- Sweep type:
  In de meeste gevallen kiest u voor “Logaritmic”, wij zijn nu eenmaal gewend frequentie-assen logaritmisch in te delen.



Figuur 60: Het Bode-diagram geeft het amplitude- en faseverloop in functie van de frequentie van het ingangssignaal.

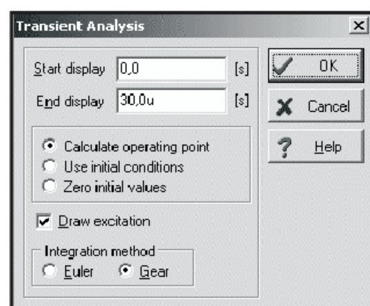
– Diagram:
  U kunt hier vier verschillende grafieken instellen, in dit geval is een Bode-diagram, de combinatie van amplitude en fase, het interessantste.

Het resultaat van de analyse is weergegeven in figuur 60. U kunt "Cursor a" instellen op de resonantiepiek en stelt dan vast dat deze piek 20 dB groot is en ligt bij 158,49 kHz.

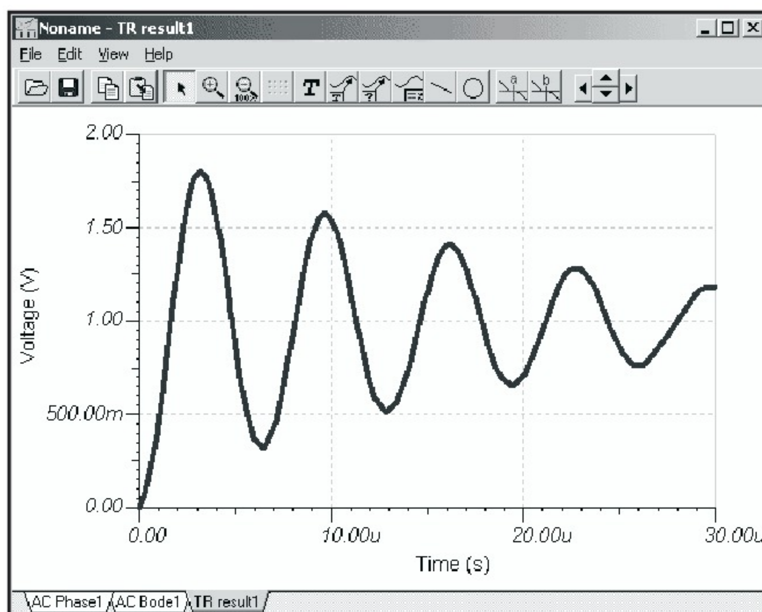
Transient Analysis

De transiënt analyse geeft het verloop van de uitgangsspanning als u op de ingang een eenmalige spanningssprong aanlegt. Om een dergelijke analyse te kunnen uitvoeren moet u de generator op de ingang instellen op "Unit Step" in plaats van "Sine Wave". Dat doet u natuurlijk in het venster van figuur 55. Ga nadien via het menu "Analysis" naar de optie "Transient". In het venster van figuur 61 kunt u de tijdsas instellen ("Start display" en "End display").

Stel deze parameters in op 0 s en 30 µs. Klik op "OK", Edison4 berekent nu de transiënt response van uw schakeling en zet deze in het venster van figuur 62.



Figuur 61: Het instellen van de parameters van een transiënt analyse.



Figuur 62: De resultaten van de transiënt analyse grafisch voorgesteld.

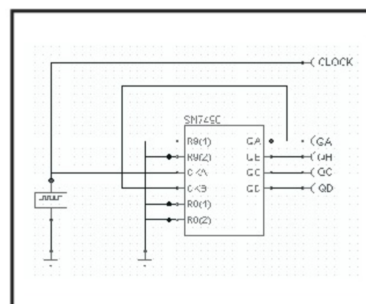
Een digitaal voorbeeld

De 7490 tienteller

Als voorbeeld van het digitaal werken met de "Schematic Editor" behandelen wij de eenvoudige schakeling van figuur 63: een ordinaire tienteller van het type 7490 die wordt aangestuurd door een clock-generator. U heeft de volgende onderdelen nodig:

– Sources - Clock;
– Logic IC's - 7490;
– Meters - Voltage Pin (5x);
– Basic - Ground (2x).

Stel de frequentie van de Clock in op 1 kHz en geef de vijf Voltage Pins logische namen.



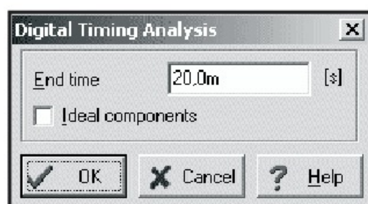
Figuur 63: Aan de hand van dit eenvoudig voorbeeld leggen wij u uit hoe u digitale schakelingen kunt analyseren.

Digital Analysis, Step-by-Step

Deze handige analyse, waarmee u het verloop van de logische niveaus in uw schakeling kunt volgen, hebben wij al toegelicht aan de hand van figuur 12.

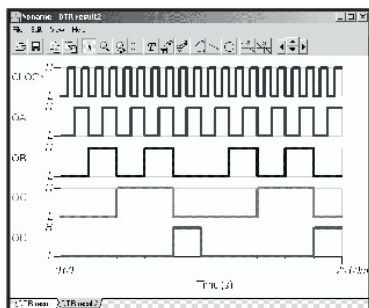
Digital Timing Analysis

Met deze analyse krijgt u inzicht in de onderlinge tijdsrelatie tussen de signalen die



Figuur 64: Het instellen van de tijdsas van de "Digital Timing Analysis".

op al uw Voltage Pins verschijnen. In het venstertje van figuur 64 stelt u de "End time" in op 20 ms.
Het resultaat van deze analyse ziet u in figuur 65: twintig perioden van de clock en het resultaat op de vier uitgangen van de tienteller.

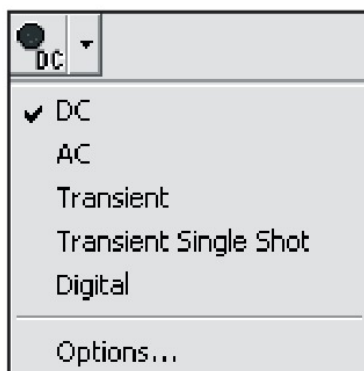


Figuur 65: De digitale tijd analyse van de tienteller.

Interactieve modus

Inleiding

Een prachtige eigenschap van de "Schematic Editor" mag niet onvermeld blijven: de interactieve modus. In deze modus ziet u de werking van de schakeling in real time. U kunt schakelaars bedienen en LED's en zeven-segment indicatoren reageren op de digitale pulsen in de schakeling. U kunt de

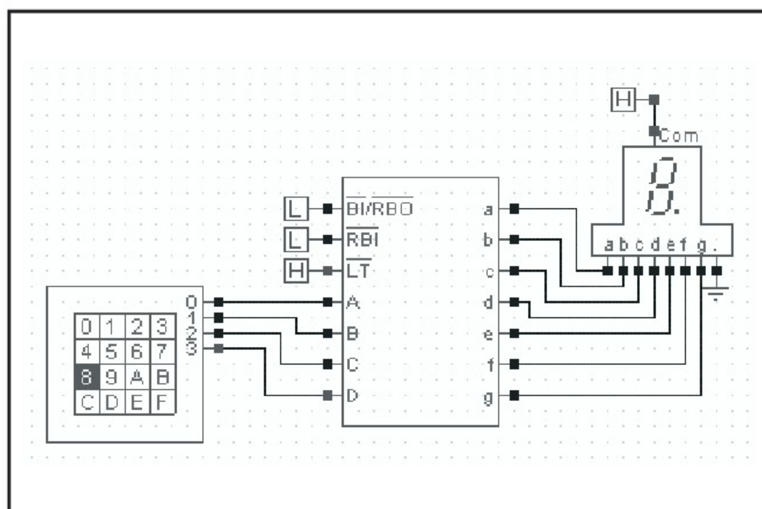


Figuur 66: Het kiezen van de interactieve modus hangt af van het soort schakeling dat u heeft ontworpen. In dit geval moet u "Digital" selecteren.

waarde van componenten veranderen en ziet onmiddellijk hoe de schakeling daarop reageert.

Een voorbeeld

Als mooie demonstratie van deze interactieve modus openen wij het voorbeeld "DISPKEY.SCH" dat in de directory "EXAMPLES" te vinden is. Klik nu op het pijltje naast de knop "Interactive mode On/Off", zie figuur 66. Selecteer "Digital" en klik op de knop met de gedoofde LED. Het LED'je gaat nu branden en uw schema zit in de interactieve modus. U ziet de reeds bekende rode en blauwe vierkantjes die de logische niveaus op de diverse lijnen en in- en uitgangen weergeven, zie figuur 67. Ga nu met de muiscursor naar het toetsenbordje en klik op een van de toetsen. U ziet onmiddellijk hoe de logische niveaus in de schakeling hierdoor veranderen en hoe de zeven-segment indicator reageert.



Figuur 67: De interactieve modus in actie: u ziet de signaalniveaus in real time weergegeven door rode en blauwe vierkantjes, kunt het toetsenbordje bedienen en de reactie van de indicator bewonderen.

Edison4 is een product van

DesignSoft Kft., Csengery u. 53, H-1067 Budapest, Hungary
Internet: www.designsoftware.com

Edison4 wordt in Nederland en Vlaanderen geleverd door

Vego VOF, Postbus 32014, 7370 JA Landgraaf, Nederland
Telefoon: 045-533.22.00
Fax: 045-533.22-02
E-mail: vego_vof@compuserve.com
Internet: www.elektronicasoftware.nl

Overige producten voor de elektronicus van Vego VOF

SAFEGUARD en GSMGUARD300 draadloos inbraakalarm
(www.vego.nl/marmitek)
Digitale audio-apparatuur voor uw laptop van M-Audio
(www.vego.nl/m-audio)
PowerSafer producten voor energiebesparing
(www.vego.nl/powersafer)
Elektronica meetapparatuur van Lascar Electronics
(www.vego.nl/lascar)
Elektronica software van Abacom
(www.vego.nl/abacom)
Elektronica meetinstrumenten van Peak Atlas Electronics
(www.vego.nl/atlas)
Elektronica meetinstrumenten van USB-Instruments
(www.vego.nl/usb)
Xitel audio links tussen PC, iPod en HiFi-versterker via USB
(www.vego.nl/xitel)
Huis- en kantoorautomatisering van KlikAanKlikUit
(www.vego.nl/klikaanklikuit)
Versterker modules van Amplimo
(www.vego.nl/amplimo)
Elektronica modules van Kemo Electronic
(www.vego.nl/kemo)
Kattenschrikdraad apparatuur van Koltec
(www.vego.nl/kattenschrikdraad)
Boeken voor de elektronicus
(www.vego.nl/boeken)
Educatief computer speelgoed van Digital Blue
(www.vego.nl/digitalblue)
Vivanco, handige extra's voor uw PC
(www.vego.nl/vivanco)



DesignSoft software is **uit voorraad leverbaar** door
Vego VOF, Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf (NL)
Tel: 045-533.22.00, e-mail: vego_vof@compuserve.com
Internet: www.elektronicasoftware.nl